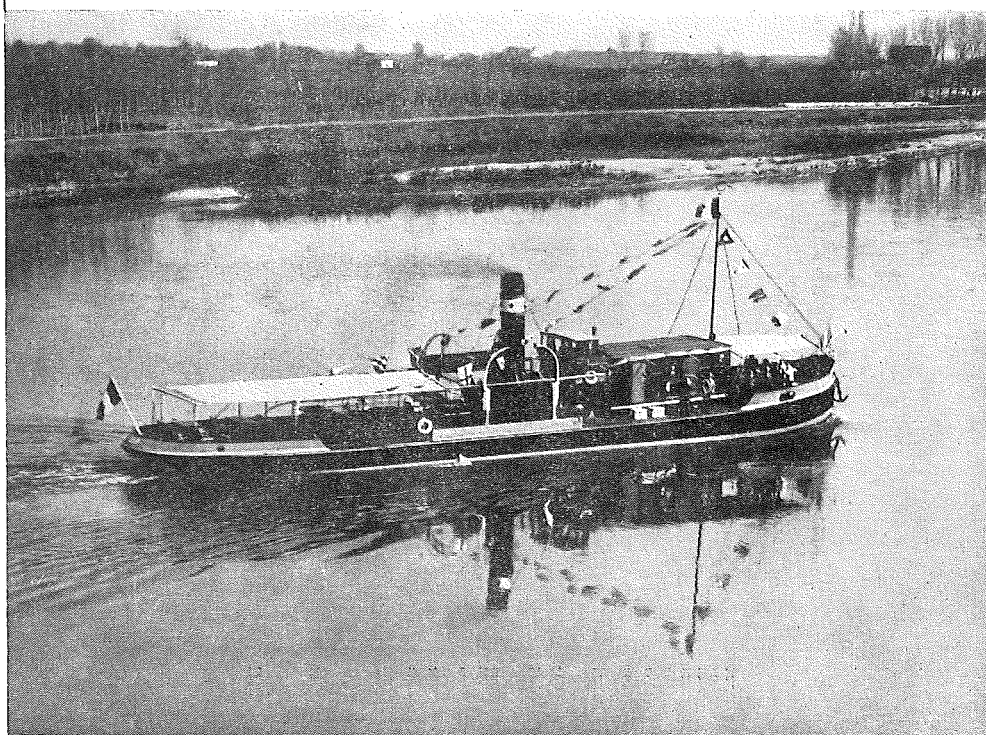


BIBLIOTHEEK
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM
De Voorst-Post EMMELOORD

Dr. Ing. TORQUATO ROSSINI
INGEGNERE CAPO DEL GENIO CIVILE

voor de liefhebber



IN CAMMINO VERSO LA SISTEMAZIONE DEL PO

GENERALITÀ E CENNI SU ALCUNE CARATTERISTICHE
DEL PO - CRITERI COSTRUTTIVI - SOMME SPESE E DA
SPENDERE - ALTRI TRONCHI DA SISTEMARE - ULTERIORI
APPLICAZIONI DEL SISTEMA - RISULTATI - DEFLUSSO -
ATTIVITÀ DELLA SEZIONE AUTONOMA PER IL PO -
IDROVIA PADANA - PARALLELO FRA FIUME E CANALI

A - Crosato

115 km LD

Dr. Ing. TORQUATO ROSSINI
INGEGNERE CAPO DEL GENIO CIVILE

BIBLIOTHEEK
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM
De Voorst-Post EMMELOORD

13 APR 1977

IN CAMMINO VERSO LA SISTEMAZIONE DEL PO

voor de liefhebber

GENERALITÀ E CENNI SU ALCUNE CARATTERISTICHE DEL PO - CRITERI
COSTRUTTIVI - SOMME SPESE E DA SPENDERE - ALTRI TRONCHI DA
SISTEMARE - ULTERIORI APPLICAZIONI DEL SISTEMA - RISULTATI -
DEFLUSSO - ATTIVITÀ DELLA SEZIONE AUTONOMA PER IL PO - IDROVIA
PADANA - PARALLELO FRA FIUME E CANALI

PARMA
ARTEGRAFICA SILVA
1953

161/29

I N D I C E

Generalità e cenni su alcune caratteristiche del Po	Pag. 5
Perfezionamento dei criteri costruttivi	» 7
Avanzamento dei lavori e somme spese	» 15
Opportunità di estendere la regolazione dell'alveo	» 19
Ulteriori esperienze, perfezionamenti ed applicazioni del sistema Ing. Gorio	» 20
Risultati ottenuti, fondali, dragaggi, navigazione	» 25
Deflusso delle acque di piena e terreni a tergo delle opere - Quote di piena e di magra	» 26
Attività varie della Sezione Autonoma per il Po	» 29
Idrovia padana	» 36

TAVOLE FUORI TESTO

TAV. I

a - b - c — Rilievo del Po, eseguito nel 1931 da Foce Adda a Foce Mincio
col tracciato di progetto del canale di sistemazione

TAV. II

a - b - c — Fotografia aerea del Po, marzo 1953, da Foce Adda a Foce
Mincio

TAV. III

— Grafico delle altezze all'Idrometro di Boretto e del fondale
minimo riscontrato nel tronco di Po da Cremona a Carbonara
Po, per gli anni dal 1930 al 1953

GENERALITÀ E CENNI SU ALCUNE CARATTERISTICHE DEL PO

Se ventidue anni di studi e lavori, (1) sono più che sufficienti per quasi tutte le realizzazioni tecniche, fino a garantire lo scopo da raggiungere, così non è nel campo dei lavori idraulici e più ancora in quello delle sistemazioni e regolazioni dei fiumi, per le quali, il tempo per studi, programmi, lavori e risultati si deve contare a decenni. Ecco perchè, non l'Ingegnere Gorio nei suoi ventidue anni di dedizione al Po, non chi gli è succeduto, già al suo fianco per quasi l'intero periodo, possono ancora avere la grande soddisfazione di presentare il Po, nella realizzata sistemazione del suo tronco medio da foce Adda a foce Mincio.

Nelle pubblicazioni dell'Ingegnere Gorio, (2) che dei lavori di sistemazione, coadiutore fino al 1923

Fra le premesse necessarie, mi pare utile ricordare che il Po, come tutti i fiumi a fondo mobile, ha avuto nel tempo un corso variabilissimo, spaziante nella pianura fra Alpi ed Appennini e poi, da una ventina di secoli, fra gli argini maestri, risalenti a tale lontana epoca, anche se non da allora continui, salvo le rotte a carattere definitivo, quale la più nota quella di Ficarolo del 1150.

Senza ripetere quanto noto per i fiumi a fondo mobile, preme mettere in evidenza, fra quelli, lo stato artificioso del Po, per il quale un lunghissimo periodo di indigamento, ha creato condizioni particolari non immuni da svantaggi, qualche volta maggiori di quelli che si sarebbero prodotti col fiume in libertà. Ma tale è la situazione e nessuna for-

Schizzo dell'alveo del Po e nomenclatura dei suoi elementi



Fig. 1

SCHEMA DI UNA SEZIONE TRASVERSALE DEL PO

dell'Ispettore Valentini, è stato il primo e principale artefice ed il vero iniziatore, anche se altri studiosi si sono volta a volta occupati della materia, senza però averne fatto lo scopo primo ed unico della propria attività, come fu ed è per l'Ing. Gorio e per lo scrivente, sono stati esposti, i criteri tecnici, poi modificati nel corso dei lavori, gli studi di massima ed esecutivi, i metodi di lavoro, le realizzazioni e i primi risultati ottenuti. Mentre con quanto segue si riterrebbe di presentare un primo parziale consuntivo al fine di meglio proseguire per il completamento della sistemazione.

za umana tecnica o sociale sarà mai più in grado di modificarla.

Al sistema degli argini maestri, fa da corona verso il fiume un altro sistema di argini minori, chiamati golenali, essendo golene le terre comprese fra il fiume e l'argine maestro. Gli argini golenali, fino ad un certo stato d'acqua impediscono la libera espansione del fiume, contenendo le sue acque entro un letto medio, interno a quello definito dagli argini maestri. La sezione del fiume si estende quindi a tre diverse larghezze di alveo corrispondenti rispettivamente a tre stati di acqua, magra e morbida, piena ordinaria e piena massima.

Ricordo inoltre, che chi si occupa di fiumi e desidera parlare un linguaggio chiaro ai competenti, sempre usa riferirsi per i livelli d'acqua, alla magra ordinaria, perchè è la sola quota rispetto alla quale sono istantaneamente paragonabili i fenomeni alti-

(1) Confr. la pubblicazione in corso di stampa: OSTILIO GORIO - Ventidue anni di studi e lavori sul Po.

(2) Si richiama anche la precedente pubblicazione: OSTILIO GORIO - I lavori sul Po per la sistemazione del fiume a corrente libera - Estratto dagli Annuali dei Lavori Pubblici, già giornale del Genio Civile - Anno 1928 - Fascicolo 5° e 6° - Stabilimento Tipo-Litografico del Genio Civile.

metrici di ogni punto del fiume. Magra ordinaria è quell'altezza d'acqua che si presenta con la probabilità del 75%; teoricamente cambia anno per anno, ma praticamente soltanto a decenni. Dicendo, che l'acqua è alla quota, m. 2 sulla m.o. (magra ordinaria) noi ci rendiamo subito conto della sua altezza, in ogni punto del fiume, mentre se diciamo, l'idrometro di Piacenza segna m. 2,50, non si comprende subito cosa possa significare tale altezza, per un'altra qualsiasi località del fiume, se non attraverso operazioni di raffronto dell'idrometro più vicino e conoscendo anche per quello le varie quote caratteristiche.

Si ritiene utile riportare un prospetto con i dati relativi ai vari idrometri principali del Po.

Basandosi sugli studi del Fargue (1) e su quanto osservato nei riguardi dei fiumi a fondo mobile, si è proceduto alla sistemazione del Po secondo una progressione di opere, che in modo particolareggiato e completo sono esposte nelle citate pubblicazioni dell'Ingegnere Gorio, restando qui soltanto da riferire quanto fatto, ottenuto ed osservato dal 1941 ad oggi e quanto prevedibile per una sollecita ultimazione dei lavori.

(1) Confr.: L. Fargue La forme du lit des rivières à fond mobile: Paris Gauthier-Villars.

IDROMETRI	DISTANZA KM.		Quota assoluta dello zero m.	MAGRA MAX		MAGRA ORDINARIA		PIENA MAX	
	progressiva	parziale		sullo zezo idrometrico m.	quota assoluta m.	sullo zero idrometrico m.	quota assoluta m.	sullo zero idrometrico m.	quota assoluta m.
Becca	0	60	55,10	-1,20	53,90	0,15	55,25	7,88	52,98
Piacenza	60	51	42,16	-0,65	41,51	0,74	42,90	10,25	52,41
Cremona	111	45	34,34	-2,73	31,61	-0,80	33,54	5,94	40,28
Casalmaggiore	156	15	23,49	-1,14	22,35	0,09	23,58	7,64	31,13
Boretto	171	31	19,94	-0,10	19,84	1,20	21,14	8,48	28,42
Roncocorrente	202	38	15,26	-1,50	13,76	-0,16	15,10	9,76	25,02
Ostiglia	240	53	9,58	-1,55	8,03	-0,07	9,51	9,27	18,85
Pontelagoscuro	293		8,51	-5,71	2,80	-4,35	4,16	4,80	13,31

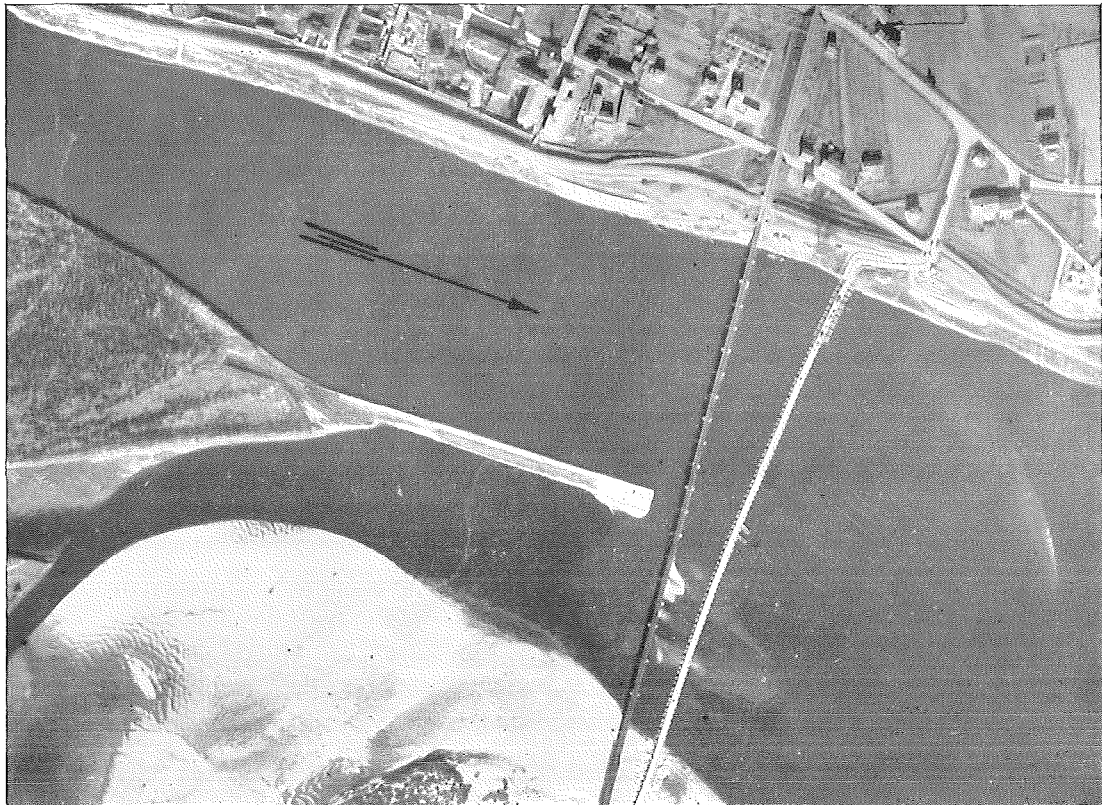


Fig. 2

VISTA AEREA DELL'OPERA IN ALVEO SULLA CONTROCURVA DELLA CURVA DI NAVIGAZIONE N. 27 DI CASALMAGGIORE

P E R F E Z I O N A M E N T O D E I C R I T E R I C O S T R U T T I V I

Prima di parlare dei risultati ottenuti fino ad oggi, devesi premettere, che se l'esperienza ha messo in evidenza alcuni inconvenienti del resto già parzialmente previsti, e non accertabili che nella fase esecutiva, ha poi anche ampiamente confermato gli affidamenti sulla efficacia dei lavori stessi.

Le risultanze più importanti ed evidenti sono le seguenti :

- Lunghezza eccessiva di alcune curve e specialmente dei tratti estremi rettilinei;
- Raggi di curvatura troppo ampi;
- Numero insufficiente di curve;
- Tendenza del filone di ritornare nei vecchi percorsi con aggiramento delle opere;
- Difficoltà di riempimento delle zone a tergo;
- Opportunità di costruire le opere quanto più possibile a bassa quota;
- Progressivo e sempre maggiore prontissimo incremento di terreno a valle delle opere, facilitante i futuri prolungamenti;
- Necessità di irrobustimento della parte dell'opera, a tergo verso sponda ad evitare pericolosi frana-menti;
- Necessità di scavare, ogni qual volta si debba costruire un'opera in alveo in zona da tempo in condizioni di mollemente;
- Impiego del pietrame;
- Non sempre utile la costruzione delle traverse;
- Difficoltà nel seguire la corrosione dei casseri.

INSUFFICIENZA DEL NUMERO DI CURVE DI NAVIGAZIONE E NECESSITA' DI UNA MAGGIORE ESTESA DELLE OPERE IN ALVEO.

I rilievi eseguiti annualmente, sempre quando possibile, per l'aggiornamento del tracciato del canale di magra, hanno chiaramente dimostrato che il fiume, durante le magre molto prolungate e molto sentite — da qualche anno frequenti —, si scava un altro canale entro il canale regolato, cosicchè le 51 curve impiantate da Foce Adda a Foce Mincio, non sono sembrate sufficienti, come numero, per la sicura canalizzazione del fiume.

Nelle citate esposizioni dell'Ingegnere Gorio, sono stati ampiamente chiariti i criteri di impianto delle curve stesse, funzione di fattori vari, non tutti di carattere idraulico. A tutti quei coefficienti devesi aggiungere, quanto risultato in seguito alla realizzata parziale sistemazione, per cui soltanto oggi doveva e poteva mettersi in evidenza la necessità, che il numero delle curve di navigazione avrebbe dovuto approssimarsi ad una sessantina, pur riconoscendo le

gravi difficoltà, allora esistenti, per raggiungere quel numero.

Le condizioni che provocano tale inconveniente sono: la troppo forte lunghezza delle curve e particolarmente delle tangenti estreme ed il raggio di curvatura troppo ampio (curve larghe oltre il raggio 1000 ed il semiparametro 1000), inconvenienti che isolati od abbinati si manifestano maggiormente nelle seguenti curve :

n. 45 di Cremona; n. 40 di foce Ongina; n. 34 di Roccabianca; n. 28 di Sacca; n. 27 di Casalmaggiore; n. 25 di Cogozzo; n. 22 di Boretto.

Il primo provvedimento adottato ad eliminazione del detto inconveniente, è stato quello di prevedere la costruzione della completa lunghezza di ogni curva, quale indicata nel progetto, per la cui attuazione, in un primo tempo, si era ritenuto di poter limitare i tratti estremi a valle, eliminando o quasi la canalizzazione bilaterale di ciascuna soglia.

Conseguentemente è così risultato :

	Progetto originale	Progetto modificato
Difese di sponda (compresi i casseri) . Km.	83	89
Opere in alveo " . Km.	47	79
	130	168

Come è noto le opere sono costruite alternativamente e successivamente, una in destra ed una in sinistra per cui, poichè la distanza da foce Adda a foce Mincio è di km. 130, ne risulta un tratto di km. 38 sovrabbondante, formato da opere costruite sui due lati del canale. Su un complesso di 51 curve si hanno 50 incontri paralleli, fra il ramo a valle di una curva e quello a monte delle successiva posta a valle, che procedono lungo i due lati di ciascuna soglia, cosicchè ogni soglia risulta difesa dai due lati per una lunghezza media di $\text{km. } \frac{38}{50} = \text{km. } 0,750$; lunghezza che però risulta differente da soglia a soglia.

Per raggiungere una sicura canalizzazione ed evitare pericolose deviazioni del canale, si è anche dimostrato necessario costruire, qualche tratto di controcurva, come è stato iniziato per la controcurva n. 27 di Casalmaggiore, della quale sono già stati costruiti m. 450 subito a monte del ponte di Casalmaggiore, allo scopo di mantenere il canale appoggiato alla curva in sinistra ed evitare una pericolosa deviazione verso Mezzano Rondani, con pericolo di ritorno del canale, nell'antico ramo di Fossacaprara.

FILONI SECONDARI, QUOTA DELLE OPERE E SOR-
MONTAMENTO DI ESSE DALLE ACQUE DI PIENA.

La costruzione delle opere in alveo vuole allontanare il canale dalla sponda lungo la quale corre, per dirigerlo verso la sponda opposta, ma non sempre ciò riesce completamente. Se l'opera viene costruita, come ora avviene, molto celermente, per una notevole lunghezza, il vecchio alveo del canale, per la profondità preesistente e quindi per la pen-

Quello che non era possibile allora lo è oggi, perchè come si dirà più avanti, si hanno da qualche anno tali forti e durature minori altezze di acqua, da consentire la costruzione delle opere, via via a quota più bassa, normalmente sui m. + 1,50 e spesso anche fino a m. + 1.

Benchè tale nuovo criterio abbia ridotto il salto d'acqua, al di sopra delle opere, si rendeva necessario qualche provvedimento di più sicuro effetto, sia nei riguardi delle costruende opere, che per quel-

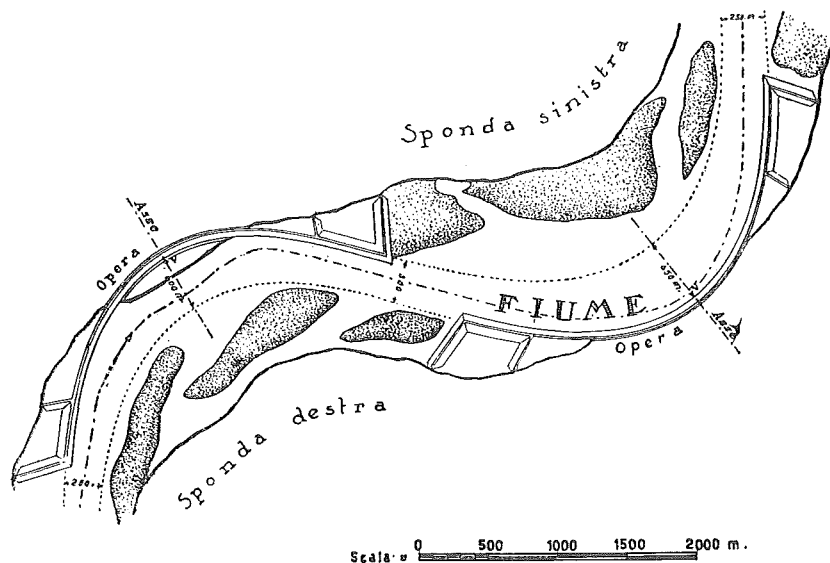


Fig. 3

SCHEMA DEL SISTEMA ADOTTATO PER LA REGOLAZIONE DEL PO

denza, tende spesso a richiamare un filone secondario, che si distacca dal principale per tornare nel primitivo canale, lambendo l'estremo e la parte posteriore dell'opera e provocando franamenti di questa e corrosioni della sponda successivamente incontrata.

La parte a tergo delle opere è poi anche fortemente sollecitata dagli improvvisi aumenti d'acqua, specie quando si parta da uno stadio di forte magra, e tanto più, quanto più l'opera è stata costruita ad alta quota.

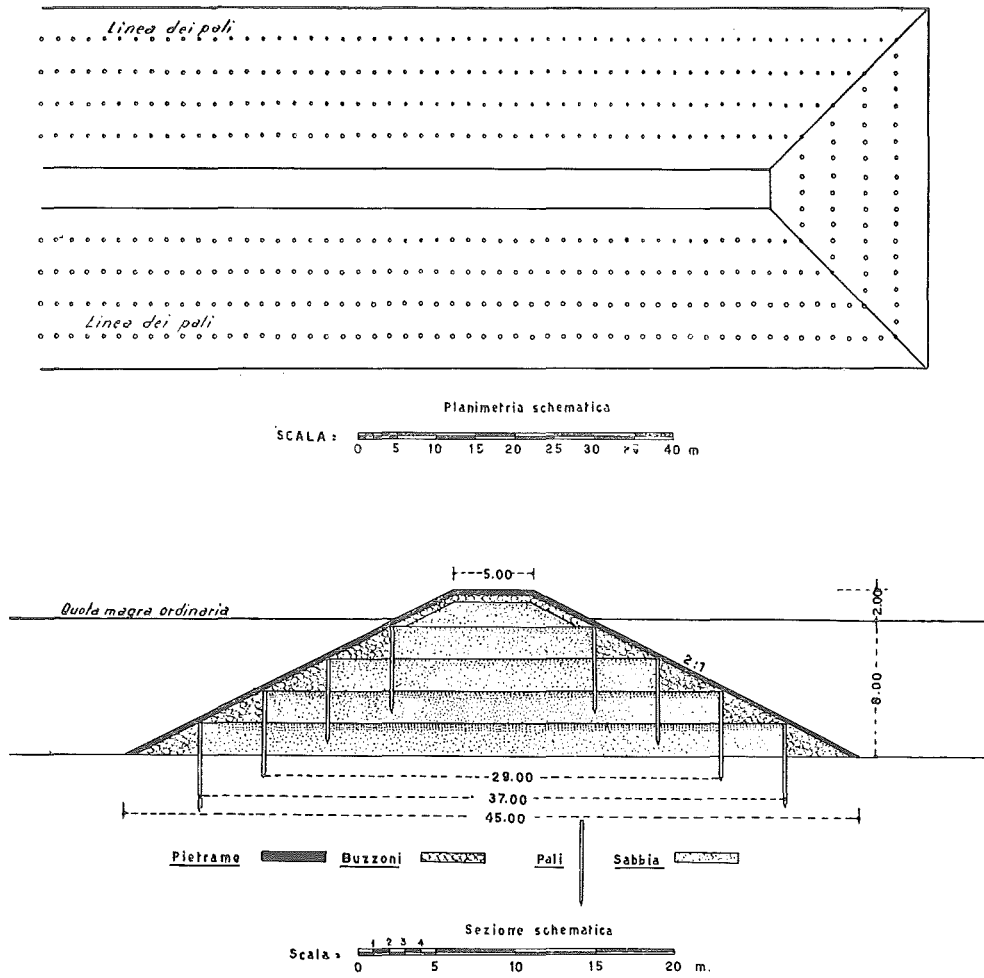
La quota a lavoro finito, stabilita per le opere in alveo, è come è noto di m. 2 sulla magra ordinaria (m.o.), e pur riconoscendo fino dai primordi, essere sempre meglio costruire le opere a bassa quota, pur tuttavia si era dovuto adottare la quota di m. + 2 per il fatto che le condizioni idrometriche, ben difficilmente avrebbero allora permesso, di lavorare fuori acqua, per chiudere il lavoro nella sua parte esterna a quota bassa. Infatti una delle prime opere a carattere sperimentale, costruita a Pomponesco, fu ultimata alla quota di m. 1,20 sulla m.o.

le già costruite, nelle quali si era prodotto qualche scoscendimento; ciò si è ottenuto riducendo la pendenza della scarpata, a tergo delle opere, portandola a 1 di altezza su 6 di base, in luogo della precedente di 1 su 3.

Per ovviare alla corrosione provocabile dal filone secondario ritornante e corrente lungo la parte posteriore dell'opera, si costruisce ora a tergo di essa, la palificata di quota zero (m. o) e qualche volta anche quella di quota m. 1, creando così anche a tergo il triangolo di buzzoni, uno strato di piattinate e se necessario due, poi rivestiti con pietrame.

Originariamente l'Ingegnere Gorio aveva previsto di costruire similmente le due scarpate con pali e buzzoni quale una vera e propria diga, poi semplificata nella parte posteriore per una minore spesa.

Non ritenendo ancora sufficienti, ad eliminazione degli effetti del filone secondario, le operazioni di rafforzamento ed addolcimento della scarpata, si è anche intrapresa su vasta scala, la costruzione, in prolungamento deviato verso sponda, o spostato verso questa, parallelamente alla dire-



Schema delle difese in alveo tipo Ingegnere Gorio —

Fig. 4
SEZIONE PRIMITIVA PROGETTATA PER LA COSTRUZIONE DELLE OPERE IN ALVEO

zione dell'opera, di opere secondarie costituite da semplici o doppie palificate con pali infissi alla distanza di m. 2, distanti pure m. 2 nel senso longitudinale, protetti verso la corrente con buzzoni di ciottolo a formazione del classico triangolo; qualche volta si impiegano buzzoni a nucleo di terra a completamento del riempimento effettuato

con sabbia refluita dalla draga. Il tutto viene protetto con uno strato di buzzoni ed un sottile rivestimento di pietrame. Con dette palificate si è ritornati a quanto previsto nel primo progetto dell'Ispettore Valentini, salvo che ora le palificate hanno solo un carattere complementare.

Tali opere secondarie, come e quanto le opere

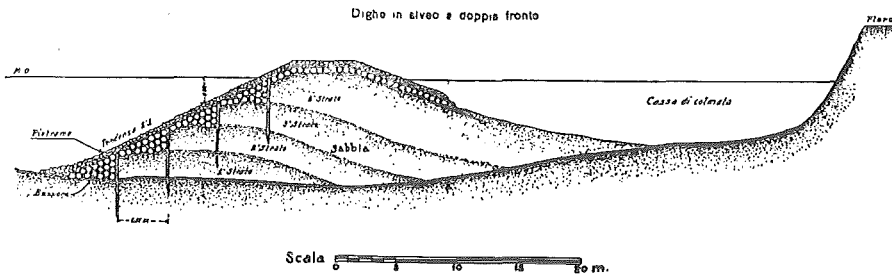


Fig. 5
SEZIONE DELLE OPERE IN ALVEO COME COSTRUITA FINO AL 1941

SEZIONE DELL'OPERA IN ALVEO ATTUATA DOPO IL 1941

SCALA = 0 1 2 4 6 m.

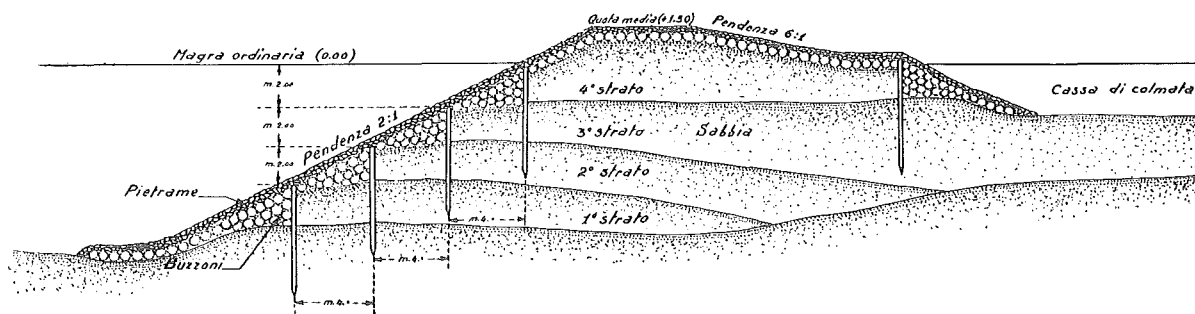


Fig. 6

SEZIONE DELLE OPERE IN ALVEO QUALE COSTRUITA ATTUALMENTE

in alveo e senza gli inconvenienti di queste, producono sempre la formazione di una lingua di terra in prolungamento a tergo e a valle dell'opera, in direzione obliqua verso sponda, ma ciò che si presenta sempre difficile è il riempimento di quegli specchi d'acqua che rimangono nella parte più arretrata. Il loro riempimento, più che per opera dei depositi di limo dovuti alle piccole intumescenze, può meglio verificarsi per effetto delle medie piene che con i loro ordinari movimenti, trasportano la sabbia a colmata di tali specchi d'acqua. Per sempre più favorire gli interrimenti, le opere secondarie sono state anche costruite, con buoni risultati, a forma di pettine partente dalla zona estrema del pennello, allo scopo di allargare la zona di deposito della sabbia e sempre più ostacolare la formazione delle lanche retrostanti.

La costruzione delle opere secondarie, nella zona estrema a valle dell'opera in alveo, con struttura anche più ridotta di quella sopra descritta, già iniziata prima del 1941, è stata anche praticata per intensificare l'imbonimento della zona retrostante al tracciato dell'opera, e favorire, come ha favorito, l'interrimento della zona a tergo del futuro lavoro verso valle, cosicché la nuova costruzione di prolungamento viene molto facilitata nei riguardi del riempimento da effettuarsi con la draga, non solo, ma con tale sistema si può anche riuscire ad evitare la sempre pericolosa formazione delle retrostanti lanche.

ALTRI ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI NEI RIGUARDI DEI DEPOSITI DI LIMO E DELLE TRAVERSE.

Prima di procedere al prolungamento delle opere e tanto più di riprendere eventuali franamenti, che si fossero prodotti a tergo di quelle già costruite, specialmente se con i vecchi criteri, in uno con l'effettuazione dei preventivi scandagli, è necessario accertarsi della qualità del fondo, che se risultato di finissimo limo, non dà alcun affida-

mento per la stabilità della nuova costruzione, nella quale provocherebbe certamente, franamenti che si possono anche ripetere. In tal caso, prima di iniziare i lavori bisogna piazzarvi la draga a scavare il materiale depositatovi, salvo poi refluirvi della buona sabbia. Si fa notare che lo scavo di tale argilla finissima, si fa sempre con pochissimo rendimento, ma è pur sempre un lavoro di breve durata trattandosi di scavare piccole quantità di materiale.

Se le traverse in un primo tempo, cioè per la parte dell'opera ancora poco staccata dalla sponda, possono aver dato qualche risultato favorevole, non disgiunto da qualche inconveniente, si ritiene ora che la loro costruzione sia piuttosto causa di inconvenienti che di vantaggi, anche se, sia l'opera in alveo che la traversa, vengono munite di apposite bocchette, che favorendo il passaggio dell'acqua, a quota più bassa, riducono di molto il formarsi di pericolosi dislivelli, del pelo d'acqua, fra il canale e la parte retrostante all'opera, nei periodi di forte aumento.

Sembra ora confermato, sia pure con tutte le riserve, che sempre sono da tenere presenti nel difficile campo dell'idraulica fluviale, che le traverse provocano, a tergo delle opere, una discontinuità che favorisce la formazione di tanti specchi d'acqua

OPERE SECONDARIE

SCALA = 0 1 2 4 6 m.

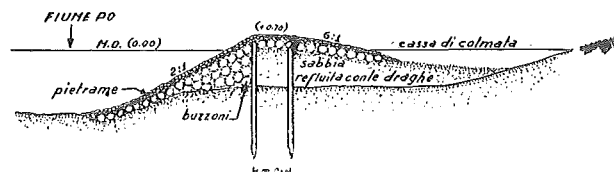


Fig. 7

SEZIONE DELLE OPERE SECONDARIE



Fig. 8
VEDUTA AEREA DELLE OPERE SECONDARIE COSTRUITE ALL'ESTREMO A VALLE
DELLA CURVA N. 28 DI SACCA, PER CHIUDERE I RAMI SECONDARI RITORNATI
A TERGO DELL'OPERA

che poi col tempo, minacciano di divenire sempre più profondi. Vorremmo dire che il problema delle lanche subito a tergo delle opere è ancora un problema insoluto e forse non lo sarà mai in relazione alle caratteristiche fisiche del fiume che volendo conservare la mobilità del suo letto, che è

stata molto limitata nell'ambito del canale regolato, la mantiene subito al di fuori di questo. Infatti non infrequentemente, qualcuna di tali lanche è stata completamente colmata con una piena e scavata con una successiva.

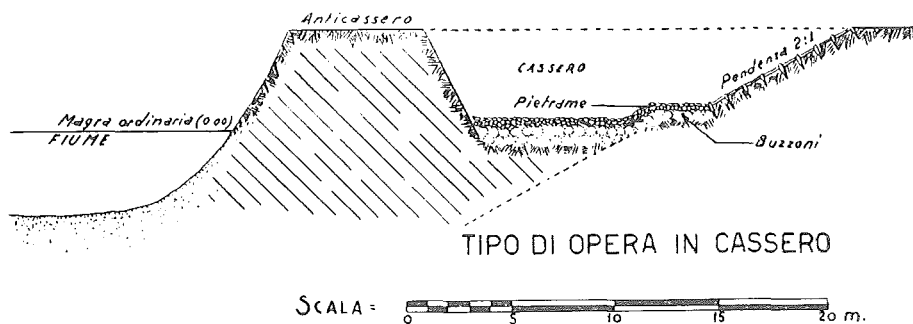


Fig. 9
SEZIONE DI OPERA COSTRUITA IN CASSERO IN PREPARAZIONE DELLA DIFESA
DI SPONDA ALL'ATTO DELLA ASPORTAZIONE DELL'ANTICASSERO

COMPLETAMENTO DEI CASSERI.

Che la costruzione delle opere in alveo, con ritmo crescente e prontissimo, raggiunga lo scopo della canalizzazione e quindi, che ogni opera diriga il filone verso la sponda opposta a lambire la curva successiva a valle, è ormai un fatto accertato e dimostrato per tutte le curve. Infatti proprio in questi ultimi anni, durante i quali si è avuto un notevole ritmo di lavoro, è avvenuto, con una certa simultaneità, che molti casseri, costruiti negli esercizi dal 1931-1932 al 1933-1934, sono divenuti efficienti per l'asportazione dell'anticassero, dovuta ad una violenta corrosione prodotta dal filone, per cui ci si è trovati nella necessità di intervenire prontamente con le piattinate in acqua e fino a fior d'acqua e con buzzoni posti fuori acqua, per arrestare la corrosione sulla linea di tracciato. Però

non sempre è possibile intervenire al momento esatto, per cui qualche volta la corrosione si è anche arretrata formando una lieve lunata, subito ripresa con qualche palo e buzzoni.

Più praticamente, allorchè una corrosione è in atto, si interviene a guidarla, scavando con una draga, molto spesso a secchie, in modo che asportando artificialmente poca terra si raggiunge la linea di tracciato, che subito si difende.

Nei casseri, all'epoca dei lavori un po' pressanti per ragioni di occupazione, fu depositato un certo strato di pietrame, per larghezze fino a dieci metri al di fuori della linea di tracciato. Ma anche il precipitare di tale pietrame, serve molto poco per arrestare la corrosione e se l'arresto avviene è soltanto per breve tempo, che poi quel pietrame, scendendo al fondo, tende piuttosto a peggiorare che a migliorare la situazione. Per buona sorte, i



Fig. 10
COSTRUZIONE DI UN BUZZONE: ELEMENTO CILINDRICO, LUNGO M. 4 E DEL
DIAMETRO DI M. 0,45, RIVESTITO CON FASCINE DI SALICE E CON IL NUCLEO
INTERNO COSTITUITO DI CIOTTOLO O PIETRAMME PER MC. 0,25, LEGATO CON 13
LACCI DI FIL DI FERRO

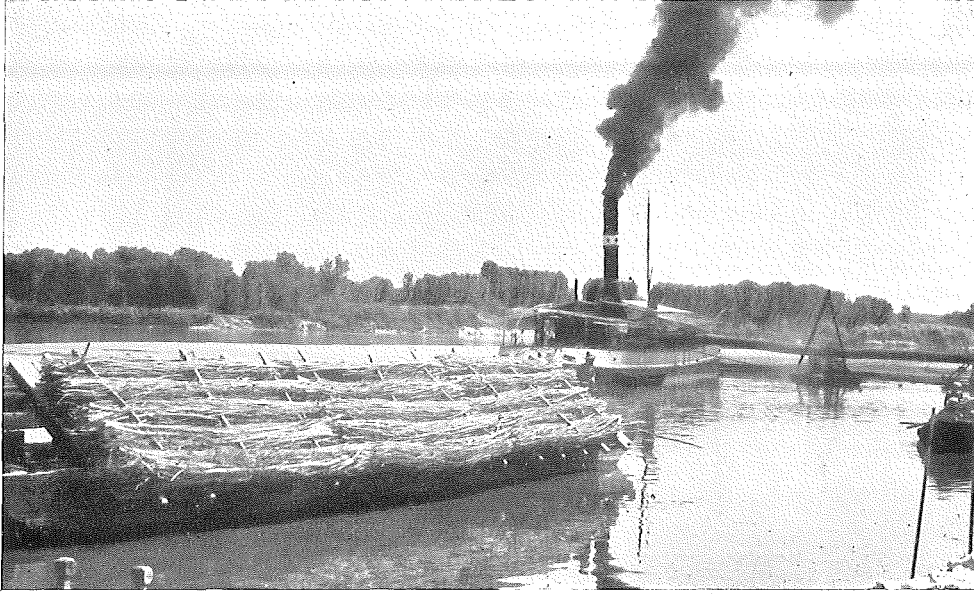


Fig. 11
PIATTINO SPECIALE PER L'AFFONDAMENTO CONTEMPORANEO DI 15 BUZZONI,
DIVISI IN TRE PIATTINATE DI CINQUE BUZZONI CIASCUNA, PER LA FORMA-
ZIONE DEL MATERASSO DI BUZZONI SUL FONDO DEL FIUME, DAVANTI ALLA
SCARPATA DELLE OPERE

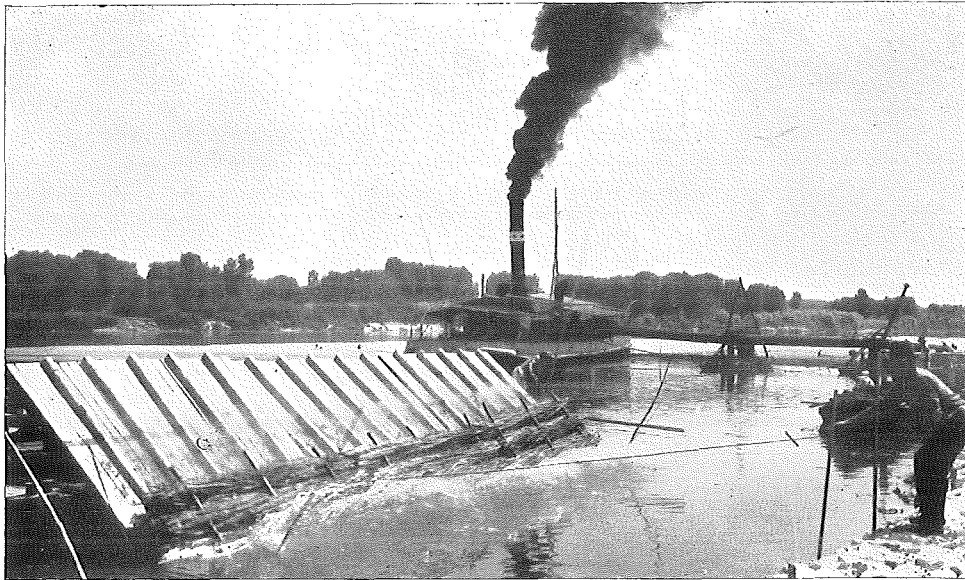


Fig. 12
LO STESSO PIATTINO ALL'ATTO DELLA IMMERSIONE DELLE TRE PIATTINATE

casseri ancora esistenti non hanno più una lunga estesa per cui il problema è ormai quasi risolto.

IMPIEGO DEL PIETRAME.

Allo scopo di chiarire le idee, per quanti si interessino di difese fluviali, per fiumi a fondo mobile, correnti in pianura e similmente di spiagge e di dighe contro le spiagge, si vuol qui mettere in evidenza che mai il pietrame o il ciottolone devono essere impiegati direttamente gettandoli a contatto diretto del fondo del fiume, e tanto meno quando si cerchi di arrestare una corrosione. Se lungo una sponda si manifesta una corrosione, con profondità di 7 od 8 metri e per arrestarla e saziarla si annega del pietrame, quasi certamente dai 7 od 8 metri si passerà via via ai 10, 12 ecc. e più pietrame si affonda e più la situazione si aggraverà. Ad un certo momento si potrà avere uno stadio di equilibrio, ma spesso è una situazione transitoria

che potrà anche durare molti anni, passati i quali si potrà ripetere la corrosione o manifestare un cedimento per il continuo approfondimento del pietrame.

Spesso, inspiegabili cedimenti di argini in frodo, come avvenuto nella primavera del 1951 a Portiolo, sono dovuti all'approfondimento del pietrame che viene a creare una discontinuità e quindi pericolosi vuoti al di sotto del corpo arginale e della difesa, la quale si adagia e fa franare la parte soprastante. Questo mai accadrà se sempre il pietrame sarà posto su un materasso di buzzoni.

Le dighe portuali marittime costruite sulla sabbia, con massi a diretto contatto di questa, hanno dato migliori risultati, ma si tratta di zone con poca corrente ed in ogni modo anche tali dighe, progressivamente affondandosi richiedono continui ricarichi che forse, non necessiterebbero o quasi, se al di sotto, con qualsiasi sistema, fosse predisposto un materasso di fondazione.



Fig. 13

COSTRUZIONE DI UN TRATTO DI OPERA IN ALVEO ALLA CURVA N. 45 DI CREMONA, NEL QUALE I FONDALI GIÀ DI M. 14 E 15, SI ERANO RIDOTTI A M. 3 E 4 PER EFFETTO DELLA PARTE COSTRUITA

A V A N Z A M E N T O D E I L A V O R I E S O M M E S P E S E

Quando si debbono esporre le somme spese per un lungo tempo posto a cavallo di un periodo, quale la seconda guerra mondiale, male si apprezzerrebbe l'importanza delle cifre, che rappresentano le spese, se quelle non fossero ragguagliate ad una data ben definita precedente o susseguente tale epoca e distante da essa. Nel nostro esame si vogliono scegliere due date rispettivamente nel 1938 e nel 1953 e questo è tanto più necessario perchè dal 1941 al 1948 è stato un tale crescendo continuo e irregolare dei costi, che nessun orientamento sarebbe possibile se le cifre fossero esposte, tali e quali sono state spese, nelle varie epoche.

*
* *

Il prospetto delle somme spese non richiede alcun commento, salvo la considerazione che i periodi di più intensa attività sono stati quelli relativi agli esercizi dal 1930-1931 al 1935-1936 con una certa ripresa dal 1939-38 al 1939-40, mentre poi una notevole attività si è avuta negli esercizi 1947-48 e 1948-49 e molto più importante negli ultimi tre esercizi.

Nei riguardi dell'avanzamento dei lavori, risulta doversi eseguire per l'ultimazione ancora il 32 per cento dei lavori, corrispondente a ben km. 48 di opere in alveo, che è veramente una imponente lunghezza e potrebbe far pensare alla necessità di un tempo molto lungo per completarla. Praticamente

così non è, perchè attualmente, pur senza aver cambiato i sistemi di lavoro, si è ottenuta una più celere esecuzione, solo adottando alcuni utili accorgimenti, e d'altra parte la estesa di opera in alveo che si può costruire durante ogni periodo di magra è sempre maggiore, per la più lunga durata delle magre e per la loro più bassa quota, in funzione della canalizzazione in atto e per la facilitazione dovuta alle opere secondarie. Inoltre l'effetto delle opere costruite, oramai quasi tutte spinte in pieno alveo, è tale e così progressivamente crescente, che la voluta canalizzazione sarà raggiunta molto tempo prima che siano ultimati i km. 48 di lavori che sono ancora da costruire. In conseguenza di quanto detto si può tranquillamente prevenire l'esistenza per tutto l'anno di fondali non minori di m. 2,50, soltanto quando si saranno costruiti altri km. 20 di opera, per cui la costruzione dei rimanenti km. 28 potrà anche essere differita, diluendola nel tempo ed eseguendo opere varie, anche diverse da quelle normali, via via suggerite dall'esperienza, che come si è detto è in continua progressiva evoluzione.

I risultati dovuti all'effetto dei lavori si possono chiaramente rilevare dal confronto fra il rilievo del 1931, (Tav. I) il famoso rilievo tanto ricordato dall'Ing. Gorio, perchè prima pietra del progetto esecutivo, e la fotografia aerea eseguita nel marzo del 1953, (Tav. II), solo rimpiangendo che una simile fotografia non esista anche di quel tempo.

AVANZAMENTO LAVORI E SPESE RELATIVE

Situazione al 30 giugno 1953

TIPO DELLE OPERE	COSTO IN MILIONI a km. di opera		LAVORI DA ESEGUIRE SECONDO IL PROGETTO			LAVORI ESEGUITI AL 30 GIUGNO 1953				LAVORI DA ESEGUIRE AL 30 GIUGNO 1953			
	1938	1953	km.	IMPORTO IN MILIONI		km.	IMPORTO IE MILIONI		% per le lunghezze	km.	IMPORTO IN MILIONI		% per le lunghezze
				1938	1953		1938	1953			1938	1953	
Difese di sponda	2	130	89	178	11.570	82	164	10.660	92	7	14	910	8
Opere in alveo	3	200	79	237	15.800	31	93	6.200	40	48	144	9.600	60
T O T A L I			168	415	27.370	113	257	16.860	68	55	158	10.510	32

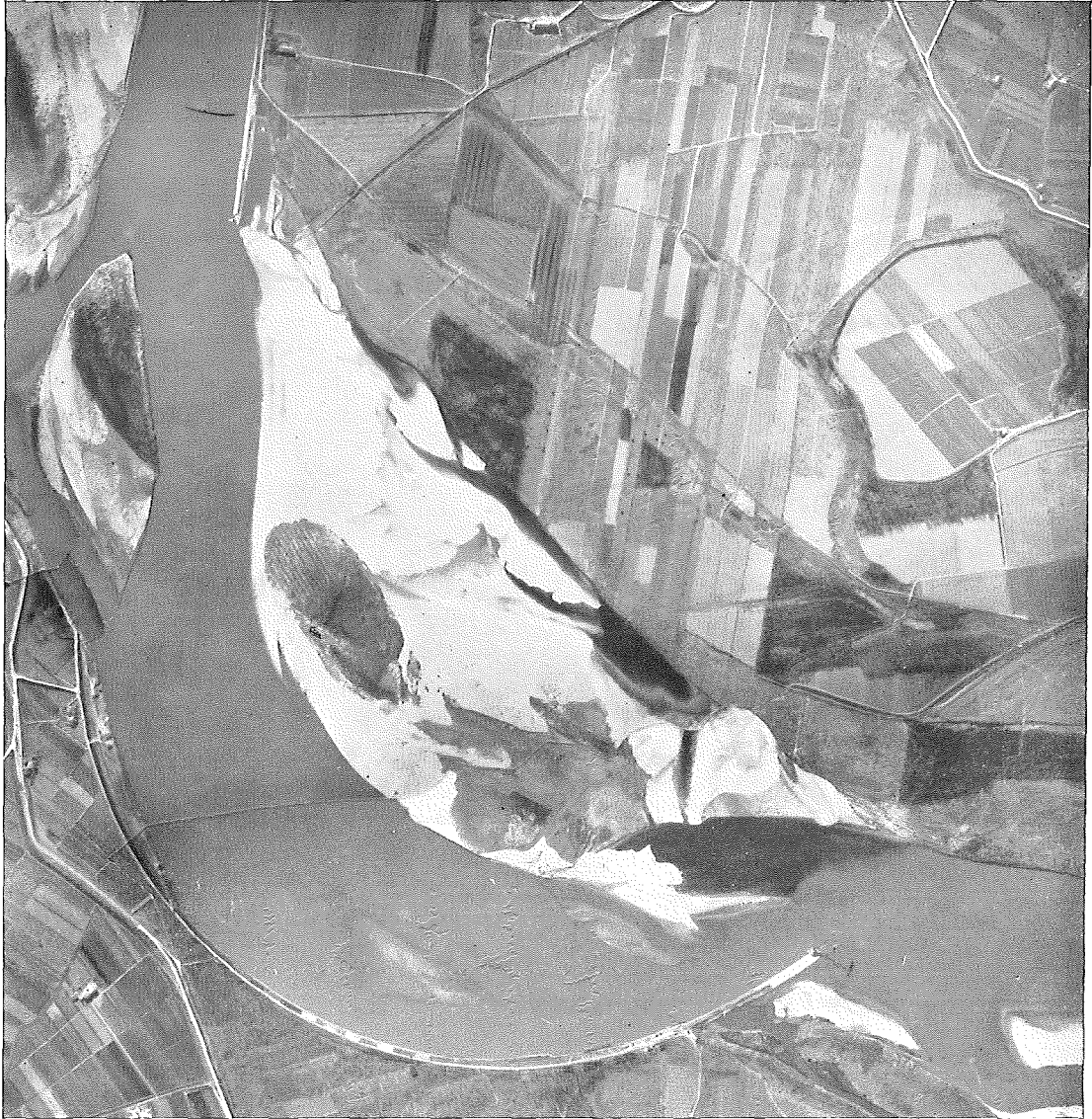


Fig. 14

VEDUTA AEREA DELLA CURVA N. 16 DI RIVA DI SUZZARA: SONO VISIBILI, L'ULTIMO TRATTO A VALLE DI RECENTE COSTRUZIONE E LA DRAGA IN LAVORO

SOMME SPESE IN MILIONI NEI VARI ESERCIZI FINANZIARI DAL 1919-20 AL 1952-53
PER I LAVORI DI REGOLAZIONE DEL PO NEL TRATTO DA FOCE ADDA A FOCE MINCIO
DA TUTTI GLI UFFICI PADANI

ESERCIZIO	SOMMA EFFETTIVA MILIONI DI LIRE	SOMMA RIPORTATA AL 1938 MILIONI		SOMMA RIPORTATA AL 1953 MILIONI	
		Coefficiente di aggiornamento		Coefficiente di aggiornamento	
1919 — 20	0,200	4,2	0,840	300	60,000
1920 — 21	0,506	4,2	2,125	300	151,800
1921 — 22	0,264	3,6	0,950	250	66,000
1922 — 23	0,243	3,6	2,314	250	160,750
1923 — 24	0,630	3,6	2,268	250	157,500
1924 — 25	1,081	2,9	3,134	200	216,200
1925 — 26	1,458	2,9	4,228	200	291,600
1926 — 27	1,748	2,9	5,069	200	349,600
1927 — 28	1,941	1,9	3,687	130	252,330
1928 — 29	2,291	1,9	4,352	130	297,830
1929 — 30	1,692	1,9	3,214	130	219,960
1930 — 31	2,450	1,5	3,675	88	215,600
1931 — 32	27,774	1,05	41,661	80	2.221,920
1932 — 33	27,762	1,05	41,643	80	2.220,960
1933 — 84	20,627	1,—	20,627	70	1.443,890
1934 — 35	4,911	1,—	4,911	70	343,770
1935 — 36	2,355	1,—	2,355	70	164,850
1936 — 37	3,031	1,—	3,031	70	212,170
1937 — 38	4,180	1,—	4,180	70	292,600
1938 — 39	4,618	1,—	4,618	70	323,260
1939 — 40	4,579	1,—	4,579	70	320,530
1940 — 41	2,242	1,—	2,242	70	156,940
1941 — 42	4,559	0,25	1,139	17	77,503
1942 — 43	8,618	0,20	0,172	14	120,652
1943 — 44	13,257	0,17	2,253	12	159,084
1944 — 45	2,793	0,17	0,474	12	33,516
1945 — 46	23,300	0,05	1,165	3	69,900
1946 — 47	129,600	0,03	3,879	2	259,200
1947 — 48	202,000	0,02	4,040	1,5	303,000
1948 — 49	434,000	0,015	6,510	1,2	464,800
1949 — 50	309,000	0,012	3,708	1,1	339,900
1950 — 51	449,000	0,12	5,388	1,05	471,450
1951 — 52	879,500	0,01	8,795	1,—	879,500
1952 — 53	832,700	0,01	8,327	1,—	832,700
			211,553		14.151,265
Costo di km. 23 di difesa già esistenti			46,000		2.990,000
Importo spese ragguagliate al 1938			257,553		
IMPORTO SPESE RAGGUAGLIATE AL 1953					17.141,265

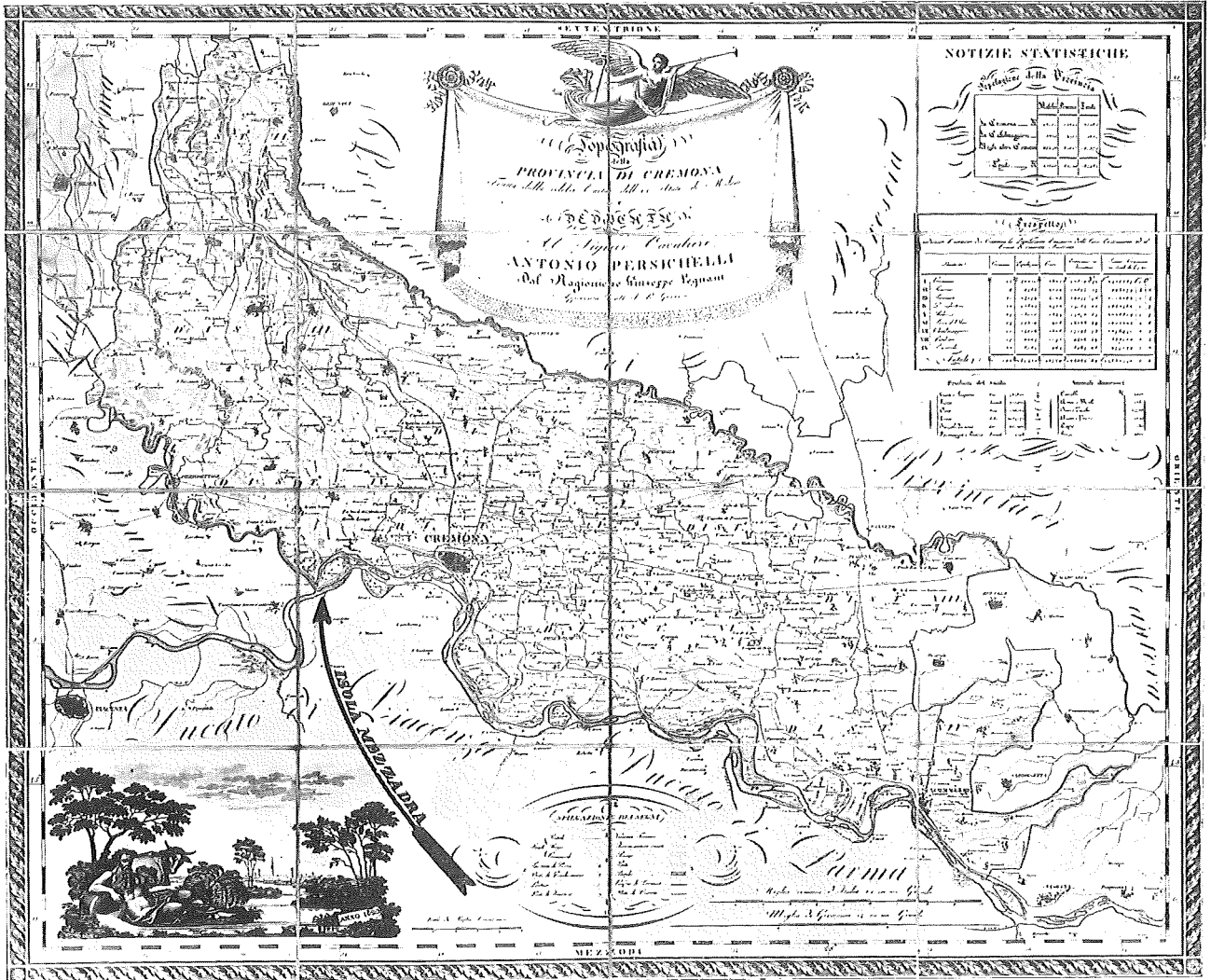


Fig. 15
 MAPPA DI CREMONA DEL 1820, NELLA QUALE E' VISIBILE L'ISOLA MEZZADRA,
 ALLORA VERAMENTE ISOLA

OPPORTUNITÀ DI ESTENDERE LA REGOLAZIONE DELL'ALVEO

Allo stato dei fatti risulta pertanto la seguente situazione nei riguardi della regolazione del Po, sia per la sistemazione del letto minore che per la navigazione, esaminando la situazione da Piacenza all'accesso ai canali per Venezia e prendendo la partenza da Piacenza per le ragioni che verranno esposte.

Il Po nel tratto Piacenza-Cremona è stato soggetto nei tempi a continue e notevoli variazioni, pur conservando per buona sorte una certa costanza delle sue caratteristiche di lunghezza — km. 50 — e di pendenza, 0,21 per mille, per cui è stato sempre causa di gravi preoccupazioni, per la pericolosa eventualità del taglio di qualcuna delle più sentite sinuosità. Conseguentemente è stato molto controllato e fin dai tempi lontani si sono difese le sue sponde, particolarmente nelle botte e nella parte a valle di queste, allo scopo di stabilizzare il suo corso ed arrestare, quanto più possibile, la sua variabilità ed i pericoli conseguenti.

Per tali ragioni il tratto suddetto risulta sufficientemente canalizzato, tanto che esistono attualmente lungo le sue sponde delle buone difese, per km. 22 lungo la sponda destra e km. 21 nella sinistra, a creazione di un alveo ristretto, stabile e con buoni fondali. La regolazione del suo alveo è poi tanto più necessaria allo scopo di stabilizzare il corso stesso contro il pericolo di deviazioni come ogni tanto si manifestano e si sono presentate nel 1949 a Caselle Landi, con un pericolo di taglio della penisola S. Giuseppe e nel 1951 col taglio effettivo dell'Isola Mezzadra, ridivenuta isola, come era stata ed appare nella mappa riportata alla figura 15 dopo essere divenuta per tanto tempo penisola.

Per la sistemazione del tratto Piacenza-Foce Adda, pur attenendosi ai criteri tecnici adottati da foce Adda a foce Mincio, bisognerebbe tuttavia modificarli, assumendo per buono l'attuale tracciato, al quale si dovrebbero intendere adattate, per grandi linee le curve paraboliche inviluppanti le curve naturali esistenti, difese e non difese, salvo lievi modifiche.

In base ad un preventivo di larga massima risulterebbe la necessità di costruzione di km. 20 di opere varie, che in via prudenziale di sicurezza possiamo prevedere quali le più costose opere in alveo, che a 200 MILIONI a km. darebbero una spesa di 4 MILIARDI.

Ad una conclusione molto simile si arriva, quando si esamini il tronco da foce Mincio ad Ostiglia, che come si è detto è rimasto ora il più difficile nei riguardi della variabilità ed irregolarità del suo percorso. Si ritiene anzi che la sua sistemazione si imponga, con assoluta precedenza su quella del tronco Piacenza-foce Adda, al fine di non fare molto assegnamento sul dragaggio di quel breve tronco, per il mantenimento dei buoni fondali, che poi, in funzione della completa sistemazione fino ad Ostiglia, si verrebbero ad avere anche per il rimanente tratto da Ostiglia a Carbonara che ora presenta qualche difficoltà.

Per una sistemazione del tronco foce Mincio-Ostiglia di km. 15 necessiterebbero km. 12 di difesa di sponda che a 130 MILIONI al km. danno 1560 MILIONI, e km. 5 di opere in alveo, che a 200 MILIONI a km. ammontano a 1000 MILIONI, in totale 2560 MILIONI di lire.

Del resto il completamento della regolazione dell'alveo, agli effetti del deflusso di piena e subordinatamente per la navigazione, è stato anche riconosciuto necessario nelle conclusioni di cui alla relazione del 21 agosto 1952 della Commissione per lo studio dei problemi tecnico-scientifici determinati dalle alluvioni dell'autunno 1951.

Che la sistemazione debba essere estesa, non solo a valle, ma anche a monte del tratto in esecuzione è più che evidente poichè occorre, che il filone principale sia condotto regolarmente fino all'ingresso nel tronco sistemato ed esca da questo senza incontrare immediati ostacoli.

Tanto rientra nelle precedenti conclusioni essendo già riconosciuto, che la sistemazione dovrà essere estesa almeno fino ad Ostiglia, mentre per la zona a monte, pur con la variante relativa alla limitazione della sistemazione al minor tratto Cremona-foce Mincio, i lavori di sistemazione sono stati continuati fino a foce Adda, ad evitare pericolose deviazioni nella parte subito a monte di quella sistemata, deviazioni che non potrebbero non influenzare questa.

Ciò è risultato tanto più evidente da quando la piena del 1951 ha tagliato l'Isola Mezzadra che devesi far ritornare penisola, ma come ormai accertato, ciò dovrà realizzarsi principalmente continuando la costruzione della parte a valle dell'opera alla curva di navigazione n. 49 di Spinadesco subito a monte dell'avvenuto taglio.

ULTERIORI ESPERIENZE, PERFEZIONAMENTI ED APPLICAZIONI DEL SISTEMA INGEGNERE GORIO

Che il sistema costruttivo a palificate, triangoli di buzzoni e nucleo di sabbia, abbia vinto tutte le battaglie nel senso statico, è ormai riconosciuto da anni e decisamente accertato dalla citata Commissione, alla quale è stata documentata, dalla Sezione Autonoma per il Po, la esiguità dei danni subiti per la immane piena dell'autunno 1951.

Qui si vuole ora mettere in evidenza la possibilità di una ottima applicazione dei noti metodi costruttivi, nella ripresa di rotte sia nell'alveo che fuori alveo, come appunto si è avuto modo di praticare utilmente a seguito dei danni della piena e delle rotte.

Il taglio, al quale si è già accennato dell'Isola Mezzadra, a monte di Cremona, prodotto dalla piena del 1951 con l'abbandono di km. 4 di corso del Po ed un dislivello pratico che non deve essere stato lontano dai due metri e pendenza e velocità conseguenti, ha prodotto l'asportazione di un tratto di m. 106 della vecchia difesa di sponda, alla curva di navigazione n. 46 di Olza, isolando completamente l'opera in alveo a valle, costruita dalla Sezione Autonoma, per una lunghezza di m. 450.

Come si rileva dallo schizzo planimetrico, nel varco si sono formati fondali fino a m. 12, mentre a ridosso del pennello si è depositato un imponente banco di sabbia, quasi a chiudere il corso ordinario del fiume ed a spostare tutto il suo letto attraverso il varco.

Il canale, infiltratosi per la rotta prodotta nella difesa di sponda preesistente ai lavori, ha asportato anche tutta la piarda retrostante per una profondità maggiore di m. 100 e la corrosione sarebbe continuata violentemente con l'asportazione dei due monconi della rotta e particolarmente del più debole a monte, con il primo aumento delle acque. Ad evitare più gravi danni occorreva subito provvedere alla ripresa dell'opera, che si presentava come una operazione di estrema difficoltà e come una vera e propria chiusura di una rotta in presenza di acqua non solo, ma di una forte corrente, crescente via via col progredire dell'opera di chiusura, per l'aumento di dislivello fra esterno ed interno.

Per l'effettuazione di tale operazione di chiusura si è previsto di usare il sistema impiegato nella costruzione delle opere in alveo, però opportunamente modificato, trattandosi dover operare contro i seguenti ostacoli: fondali fino a m. 12, fortissima corrente, dislivello, a chiusura effettuata, fra esterno ed interno non minore di m. 1,20, necessità di lavoro celerissimo per il pericolo di aumenti d'acqua e punti di minor resistenza nelle branche del varco.

Si è pertanto provveduto alla chiusura, costruendo un'opera in alveo, però avendo cura di predisporre un piano di fondazione sufficientemente resistente, per ancorare le palafitte, e nello stesso tempo, tale da non costituire una pericolosa

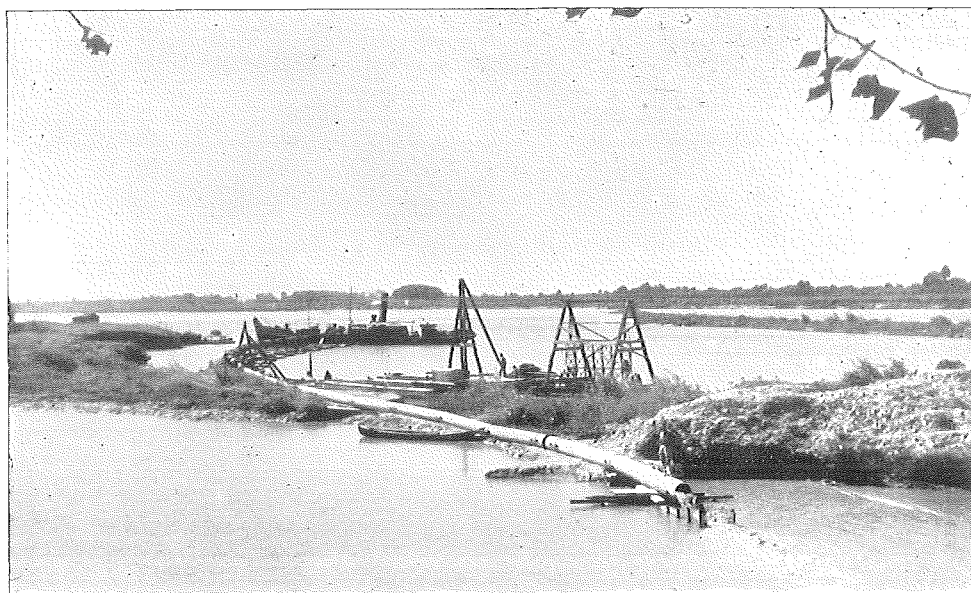


Fig. 16

RIEMPIMENTO CON LA DRAGA DI UN BUDRIO FORMATOSI SULLA PIARDA PER EFFETTO DELLA PIENA DEL 1951, A TERGO DELLA CURVA N. 45 DI CREMONA

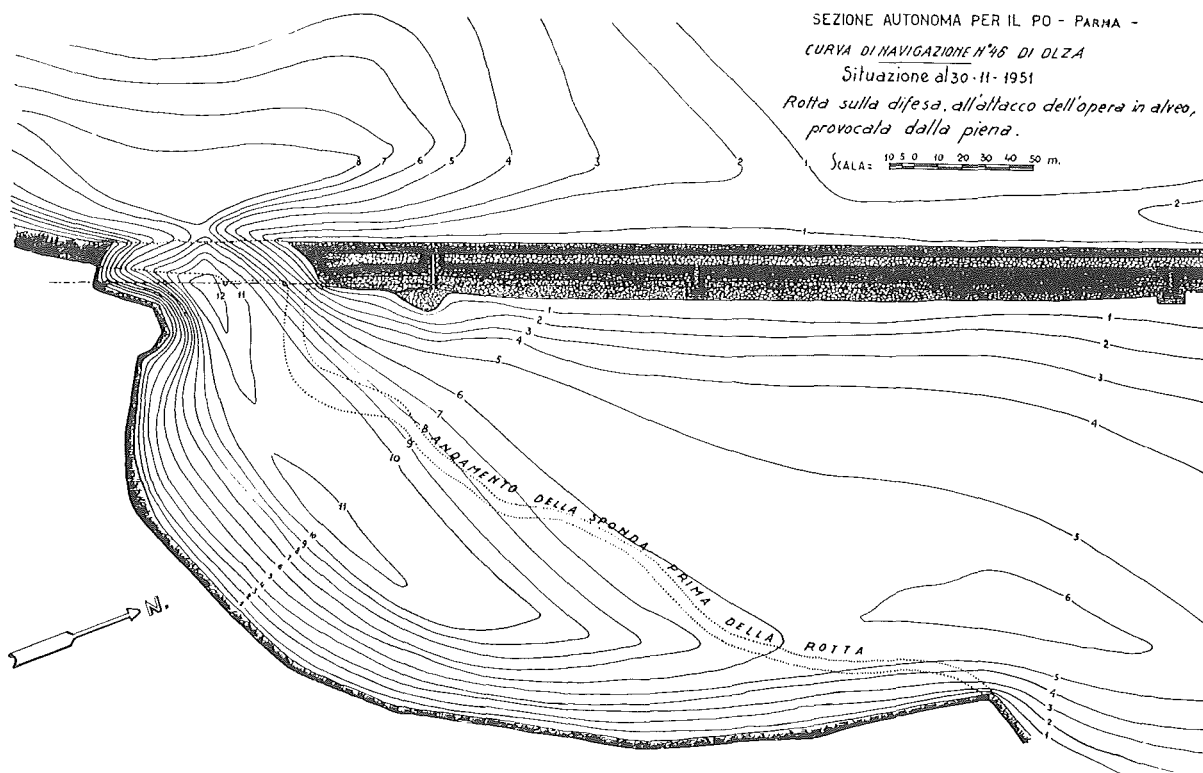


Fig. 17
PLANIMETRIA DELLA ROTTA SULLA DIFESA DI SPONDA DELLA CUEVA N. 46
DI OLZA

via atta alla filtrazione dell'acqua al di sotto della diga. Come sempre accade in simili casi, nella parte antistante dell'opera si era formato un dosso, con i materiali asportati dalla difesa, a tergo del quale si erano formati i maggiori fondali fino ad 11 e 12 metri al di sotto della magra, cioè 13 e 14 metri sotto il piano superiore dell'opera. Dal ciglio di tale dosso fino alle maggiori profondità si era formato un piano inclinato sul quale poco addentellato avrebbero trovato le palafitte, per cui come prima operazione si è costruito un materasso di piattinate di buzzoni a nucleo di ciottolo.

Su tale materasso si sono infisse, nel senso longitudinale del lavoro, varie file parallele di pali, di fronte alle quali, a tergo di esse, e fra le quali sono stati formati dei parallelepipedi correnti nel senso longitudinale, a sezione triangolare (a) o a sezione rettangolare (b).

Piantati i pali più bassi (p_1) e predisposti i relativi argini di buzzoni si è gettato con la draga a riempimento delle casse di colmata formate dagli stessi e a saziamento a tergo, delle esistenti maggiori profondità.

Si sono poi infisse sulla sabbia refluita, le successive file di pali (p_2) costruendo a ridosso di essi altri argini con buzzoni isolati, a costituzione di una seconda cassa, che è stata riempita, colmando anche a tergo. Siccome poi l'operazione non avrebbe potuto continuare secondo questo sistema, per la troppa caduta e per le fortissime infiltrazioni,

si sono infisse successivamente, ad ogni nuovo riempimento fatto con la draga, le file dei pali (p_3 , p_4 e p_5) contro le quali sono stati formati gli argini di buzzoni a sezione triangolare verso il ramo interno, a costituzione di una maggiore e più resistente cassa di colmata. Nel corso dei lavori si sono adoperati sacchetti pieni di terra e buzzoni a nucleo di sacchetti pieni di terra, allo scopo di rendere stagno il cavedone, che via via si andava costruendo.

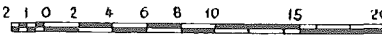
Così, come l'opera viene descritta non è possibile rilevare le gravi difficoltà incontrate e poi superate. Infatti, ogni palo, ogni argine subacqueo costituito con buzzoni sono stati contornati da parte di tutti di cure e nuovi accorgimenti, per vincere i continui ostacoli, che ad ogni momento sembravano rendere impossibile il successo.

Come poi mostra la sezione, l'opera è stata tutta difesa con uno strato di buzzoni fino alle forti profondità, strato che è stato completamente coperto con pietrame.

I lavori furono iniziati il 5 dicembre 1951, quindi pochi giorni dopo la rotta, ed ultimati i primi di aprile del '52, ed oggi, dopo più di un anno l'opera si presenta perfettamente a posto, come tale è apparsa alla visita di collaudo, effettuata dall'Ispettore Generale Ing. Gorio, che pur profondo conoscitore ed ideatore delle opere in alveo, ha qualificato l'opera eseguita come un altro riuscito pratico esempio del suo sistema costruttivo, a pa-

Sezione e pianta della chiusura della rotta sulla difesa

all'attacco della Curva N. 46 di Olza

SCALA =  2 1 0 2 4 6 8 10 15 20 m.

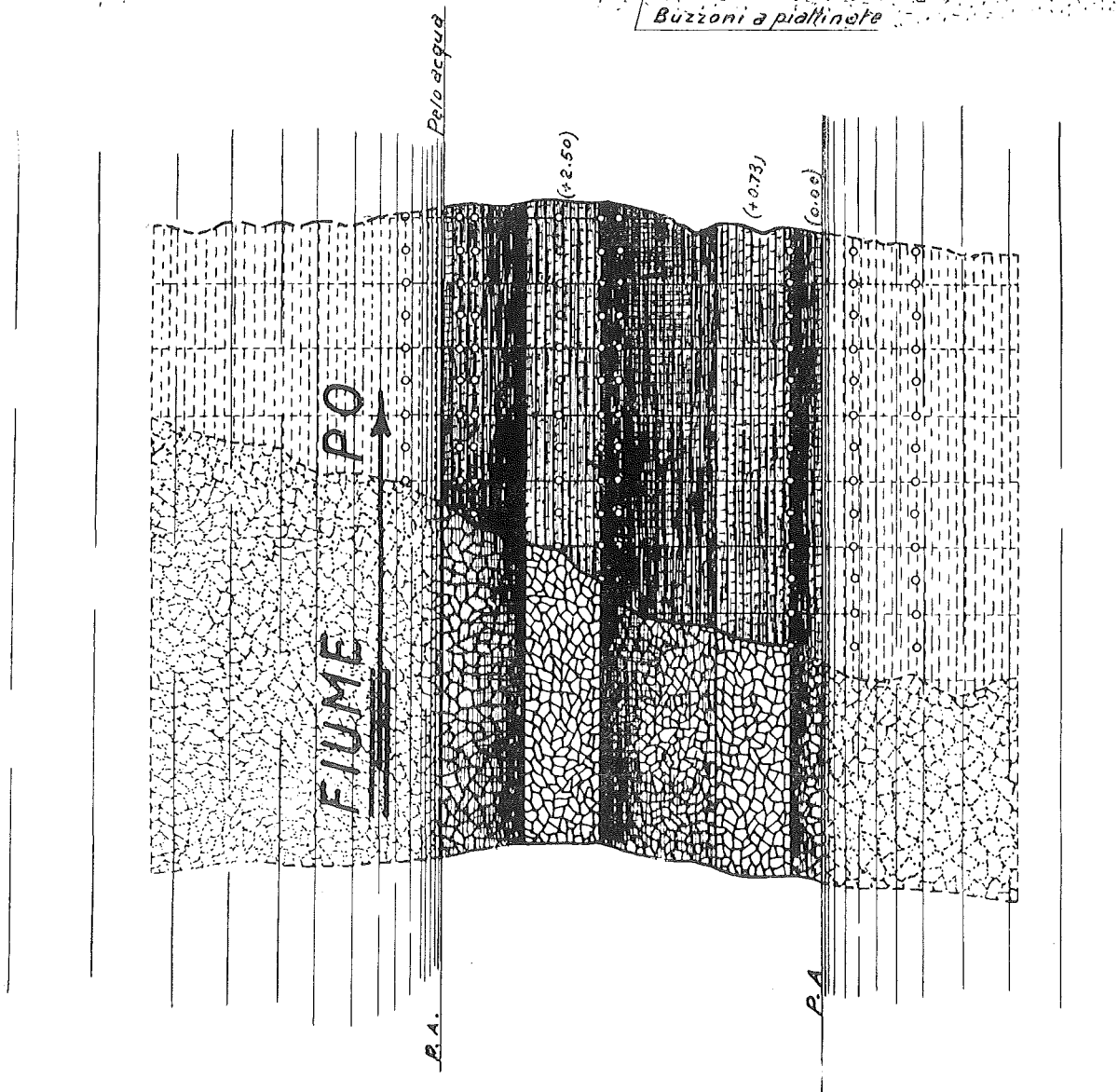
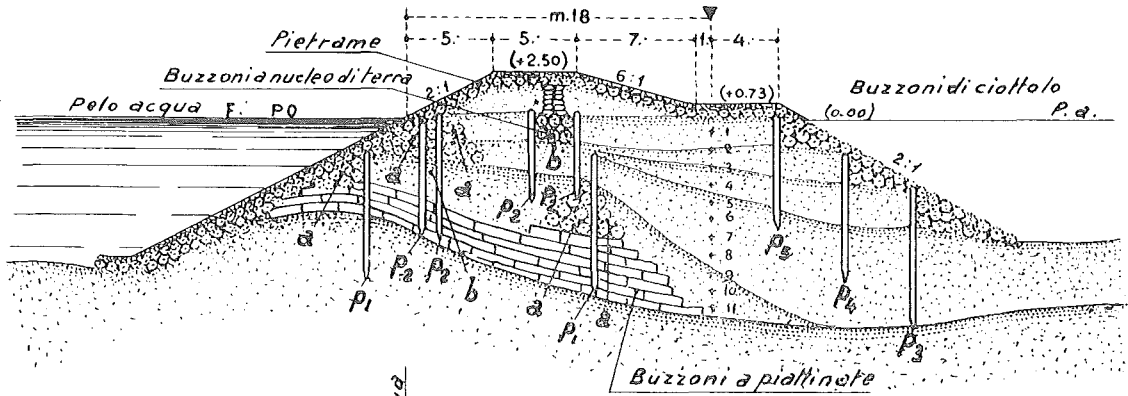


Fig. 18
SEZIONE E PIANTE DELL'OPERA DI CHIUSURA SULLA ROTTA ALLA CURVA N. 46
DI OLZA



Fig. 19
VISTA, ALL'INIZIO DEI LAVORI, DELLA ROTTA, SULLA DIFESA DI SPONDA ALLA CURVA N. 46 DI OLZA, PROVOCATA DALLA PIENA DEL 1951

lificate, triangoli di buzzoni e nucleo di sabbia, adottato per la sistemazione del Po.

Piace ora far notare che quanto fatto rappresenta, oltre ad un imponente successo tecnico anche un notevole successo economico in quanto, tutta l'opera e lavori connessi hanno ammontato a li-

re 47.417.061, per la costruzione di m. 110 di opera in alveo, m. 40 di rinforzo di opera in alveo esistente, m. 170 di difesa di sponda e m. 50 di salvaripa, opere che in base ai prezzi normali vigenti all'epoca dei lavori sarebbero costate 49 MILIONI.

Tale sistema fu anche vittoriosamente applica-



Fig. 20
SITUAZIONE IN CORSO DI LAVORO PER LA RIPRESA DELLA ROTTA ALLA CURVA N. 46 DI OLZA



Fig. 21
VISTA DA MONTE DELLA CURVA DI NAVIGAZIONE N. 46 DI OLZA, COMPLETAMENTE RIPRESA E DURANTE IL LAVORO DI PROLUNGAMENTO A VALLE

to nella chiusura della rotta del Crostolo al Torrione di Gualtieri, con immediatezza di successo e sicurezza di procedimento.

Si ripete qui come sempre, che il successo di questo sistema consiste tutto nell'assoggettare il fiume ad un trattamento simile a quello che potrebbe prodursi naturalmente, creando cioè la chiusura

della rotta con la stessa materia trasportata dal fiume, protetta all'esterno con buzzoni, che poi vengono appesantiti con uno strato di pietrame e mai pretendendo di ottenere le impermeabilità con cumuli di pietrame, e questo tanto più irragionevolmente se depositato direttamente sul fondo del fiume.



Fig. 22
INIZIO DEI LAVORI DI CHIUSURA ALLA ROTTA PRODotta, PER RIGURGITO DEL PO, DALLA PIENA DEL 1951, SULL'ARGINE SINISTRO DEL CROSTOLO PRESSO GUALTIERI EMILIA

RISULTATI OTTENUTI, FONDALI, DRAGAGGI, NAVIGAZIONE

I diagrammi del minimo fondale giornaliero e della corrispondente altezza d'acqua all'idrometro di Boretto (Batteria) — tavola n. III — mettono in evidenza due fatti:

— Approfondimento del canale di magra, come si vede dalla maggiore durata delle magre e dalla loro entità;

— Miglioramento e persistenza dei buoni fondali.

Nei riguardi di quello che può essere stata la situazione in epoche precedenti i lavori, si ricorda che da un rilievo eseguito, in tempo di magra, nel 1913 — ma così era sempre — le secche del Po nel tratto da Cremona a Carbonara, con fondali varianti da m. 0,60 a m. 1, erano numerosissime e per una lunghezza di km. 15 con un totale di mc. 900.000 di materiale.

Attualmente in tutto il tratto citato esistono due località di basso, Torricella e molto meno grave Polesine, con fondali mai minori di m. 0,90 a Torricella e di m. 1,10 a Polesine e per pochi giorni soltanto e una lunghezza complessiva dei due bassi, veri e propri, di qualche centinaia di metri. La mancanza di buoni fondali è da imputarsi alla circostanza che negli intorni delle citate zone, la costruzione delle opere in alveo per la sistemazione è ancora lontana dalla estesa di progetto.

Oramai la situazione marcia progressivamente verso il miglioramento, si da poter asserire, che attualmente è costantemente assicurato il fondale fino ad un metro, suscettibile di continuo aumento, in relazione ai lavori in programma da eseguirsi nelle località rimaste in fase più arretrata. Confr. - Dr. Ing. Giuseppe Mariani - stato di avanzamento dei lavori di sistemazione del Po e notizie sulla loro efficacia e stabilità - Estratto dal Giornale del Genio Civile - Fascicolo 10° - Ottobre 1948.

Nel corso dei lavori, potrà sorgere qualche difficoltà in alcuni tratti, per deviazioni momentanee del canale, ma si tratterà sempre di cosa di poco conto, prontamente eliminabile con il progredire dei lavori stessi.

Per quanto riferentesi al mantenimento del canale mediante i dragaggi, si può asserire subito, che l'impiego delle draghe nei fiumi a fondo mobile dà quasi sempre poco successo.

Supponiamo infatti, che durante la magra si verifichi un basso lungo m. 120 con un metro di fondale; al calare delle acque tale basso può diminuire a m. 1,00 aumentando in lunghezza fino a m. 200, ma può anche darsi, come molto spesso avviene, che calando l'acqua il letto si restringa approfondendosi. Il miglioramento del canale avviene sempre, al calare delle acque e fino a quando queste conservano una certa velocità, cioè fino a quando non sopravvengono le violente diminuzioni date dai grandi freddi e dalle durature siccità.

L'impiego delle draghe è solo consigliabile, per brevi tratti, in periodi di sicura magra, quando questa ha toccato il limite oltre il quale non avrà più capacità di scavarsi il canale. Molte volte lo scavo di una draga, anche se ben piazzato, finisce per peggiorare la preesistente situazione, ostacolando l'approfondimento, che naturalmente si sarebbe potuto produrre, e che spesso si produce ugualmente, in una zona diversa da quella dello scavo, rendendo questo inutile o spesso, come si è detto, dannoso.

Le opere di dragaggio possono servire per il mantenimento del canale, soltanto per breve tempo nel tronco di Po, poco più a valle di Ostiglia, ma non serviranno più a Po sistemato, se non per qualche sfocio di corso d'acqua o di canale di bonifica, con le stesse caratteristiche di lavoro dello sgombero dei mandracchi e dei canali.

DEFLUSSO DELLE ACQUE DI PIENA E TERRENI A TERGO DELLE OPERE Q U O T E D I P I E N A E D I M A G R A .

Si tratta qui del deflusso delle acque di piena sia per la sua diretta dipendenza dalla regolazione dell'alveo di magra, quanto per rispondere ad asserzioni contrarie derivate da poca conoscenza del problema.

E' stato asserito, dopo la piena del 1951, che i lavori di regolazione dell'alveo di magra avrebbero avuto una certa influenza sull'aumento del livello assoluto di piena, per cui in sostanza tali lavori sarebbero stati, secondo tali assertori, di sregolazione, incrementando i terreni golenali per quota e superficie.

Dagli studi sperimentali più accurati e dalle osservazioni dello stato naturale dei fiumi, eseguiti dal Fargue (1) e da altri eminenti idraulici e per quanto rilevato, dopo trent'anni di studi e di pratica realizzazione della sistemazione del Po, si sono tratte le seguenti conclusioni.

Nell'alveo minore dei fiumi a fondo mobile, il letto rettilineo, rappresenta l'eccezione; lungo le curve si trovano le buone profondità e il canale stabile; il movimento di una massa d'acqua su un fondo mobile è necessariamente ondulatorio; i tratti rettilinei non sono altro che uno stato di transizione, sempre brevissimo, tra due successive sinuosità. Le sponde di un fiume, presentanti con costanza una serie di sinuosità, costituirebbero un alveo ideale, corrispondente al minimo attrito ed al minimo di perdita di forza viva. Se la linea retta continua ad essere in geometria la minore distanza fra due punti l'esperienza ha dimostrato che non è nell'idraulica fluviale la traiettoria della più rapida discesa.

(1) Vedi opera citata a pag. 6.

I lavori di regolazione, dell'alveo di magra del Po, come per i fiumi di tante altre nazioni, sono stati iniziati ed eseguiti, non solo per il miglioramento del canale di navigazione, ma anche allo scopo di creare un canale stabile e favorire un miglior deflusso delle acque di morbida e di piena ordinaria e conseguentemente di massima piena, essendo ben noto che una delle circostanze più sfavorevoli, tra quelle che sono causa delle massime piene, è costituita dallo stato idrometrico, persistente all'onda di piena.

Come ha dimostrato l'esperienza, il fine a cui tendono i lavori non è altro che la stabilizzazione di uno stato che il fiume raggiungerebbe spontaneamente, qualora il suo alveo di magra potesse avere le sponde naturalmente difese ad impedire, che le sue sinuosità si spostassero verso valle, con il caratteristico movimento ondulatorio che corrispondentemente si produce con continuità anche nel profilo di fondo. I lavori tendono ad impedire tali continui cambiamenti, sia nel senso planimetrico che altimetrico, ma l'ampiezza e il periodo di tali sinuosità non sono affatto, arbitrarie; esse dipendono dallo stato di regime naturale del fiume, dalla natura del fondo, pendenza, portata, frequenza delle piene, vegetazione ecc.

In definitiva i lavori di sistemazione riconoscono un certo tracciato del fiume, lo determinano nel terreno e lo fissano con i lavori, affinché il fiume stesso, che per il fatto di essere a fondo mobile ha la tendenza a cambiare continuamente il letto, smetta questa sua variabilità e si contenti di seguire per sempre il letto di magra sceltosi in un certo momento.

Ad evitare tutti i danni derivanti dal continuo spostamento verso valle, delle sinuosità planime-

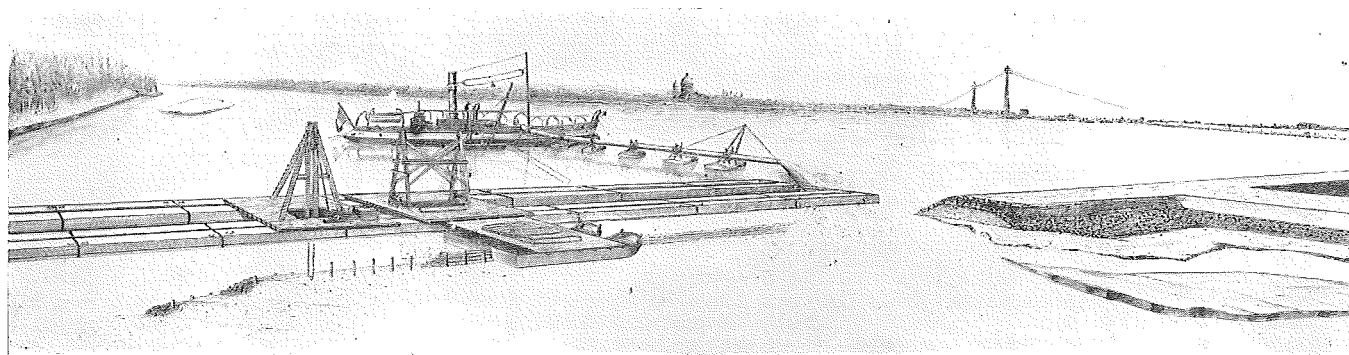


Fig. 23
VISTA PROSPETTICA DELLE OPERAZIONI DI COSTRUZIONE DELLE OPERE IN
ALVEO, DEI VARI MEZZI IMPIEGATI E OPERA ULTIMATA

triche ed altimetriche e per realizzare il massimo di utilità per la navigazione e per il deflusso delle acque, riducendo al minimo la inutile dispersione delle forze vive, si sono determinate sperimentalmente sia l'ampiezza che il periodo di queste sinuosità, in modo da poter creare un alveo di magra che riproduca quanto meglio possibile la situazione naturale, operando nel modo chiaramente esposto dall'Ingegnere Gorio nelle sue relazioni, fissando uno degli stadi naturali del fiume ad impedire una volta per sempre i suoi continui spostamenti verso valle, senza sensibilmente turbare le sue caratteristiche fisiche.

Le opere costruite — dighe longitudinali a sezione trapezia aventi il nucleo in sabbia e la parte superficiale costruita con palificate, buzzoni e pietrame — si staccano dalle piarde, per breve tratto alla quota di queste e poi subito degradano sui m. 2 al di sopra della magra ordinaria e successivamente a m. 1,50 e anche m. 1, per cui la loro azione è sentita concretamente nel solo alveo di magra, senza affatto originare formazioni alluvionali di quota molto alta.

Su questo punto è fino ad ora sufficientemente accertato, che la superficie golenale complessiva, esistente nel Po, non solo prima dei lavori, ma di sempre, è rimasta in cifra tonda la stessa, con la differenza che prima era vagante ed oggi per quanto possibile si conserva in posto; se una differenza vi è, è di qualità e non di quantità.

Alla fissità planimetrica dell'alveo di magra, ne corrisponde una altimetrica, per cui si è ottenuta contemporaneamente la creazione di buoni fondali, più profondi al centro delle curve, proporzionali ai raggi di curvatura, meno buoni, lungo i tratti rettilinei delle tangenti estreme raccordate agli archi delle varie parabole, e nei punti di passaggio tra una curva e l'altra.

Naturalmente la permanenza di un tale canale regolato, libera il suo alveo dalle sabbie vaganti, trasportandole a valle e deponendole a tergo verso le controcurve, parte convessa *non difesa* lungo la sponda opposta di ogni curva, e questo si ripete periodicamente, ad ogni aumento di acqua, che differentemente, per acque appenniniche o alpine, deposita o no livellando il canale e variandone la larghezza. Infatti, per moltissime località si hanno gli stessi fondali, tanto alla magra ordinaria che a quote più alte, anche fino a 2 metri al di sopra della m.o.

E' quindi accertato: che il fiume è rimasto, dopo i lavori di sistemazione, tale e quale era in uno dei suoi tanti variabilissimi stadi; che per essi non si è prodotta la riduzione di nessuno dei suoi alvei, di magra, di piena ordinaria e di piena massima; che l'alveo minore è stato regolato; che i lavori non hanno affatto lo scopo di difendere i terreni golenali, essendo questo un effetto concomitante, pur sempre utile in quanto, evitando ogni perdita di forza viva, per il mancato scalzamento delle terre esistenti, favorisce il trasporto a valle

del materiale in sospensione e quindi migliora il deflusso delle acque di piena.

Le sezioni Brioschi eseguite nel 1873 fra gli argini maestri e poi periodicamente ripetute, ed anche in un certo numero dopo la recente piena, hanno fatto rilevare alzamenti ed abbassamenti delle piarde, generalmente entro le zone golenali cintate, ma non consecutivi e sempre di così lieve entità da non giustificare il progressivo aumento delle quote di piena.

A questo punto ci sia concessa una breve digressione relativa a questo progressivo alzamento. I dati delle piene molto lontane non sono sicuri, per una infinità di ragioni facili a comprendersi, mentre poi è evidente che le rotte, sempre e facilmente allora prodottesi, durante tutte le più forti piene, hanno fatto sì che non si potessero raggiungere le quote attuali e quindi, per l'aumento di quota delle successive piene, non si deve parlare di quantità, ma piuttosto del fenomeno in se stesso, dovuto a cause varie del bacino, prima fra tutte il diminuito numero delle rotte.

Per confermare tale asserto sulla incompletezza dei vecchi dati e dei provvedimenti relativi, basti ricordare che per il lontano passato i provvedimenti di miglioramento del sistema arginale venivano presi con riferimento alle quote di piena avvenute e non a quelle ricostruite che si sarebbero prodotte senza le rotte. Non è detto pertanto che in epoche lontane, non si siano avute piene più alte delle attuali, che sarebbero risultate evidenti, qualora non si fossero prodotte le rotte e gli argini fossero stati più alti e quindi in condizioni di contenerle e renderle misurabili.

Il filone segue oggi il canale regolato come lo ha sempre seguito durante i suoi precedenti stati naturali di magra, e anzi è evidente che il filone, in periodi di magra non si attarda affatto, come si anche asserito, e ciò è dimostrato dal progressivo abbassamento del fondo.

Infatti, se confrontiamo la media delle minime annuali verificatesi nei periodi di dieci anni anteriori ai lavori, e dopo parte di questi si hanno i seguenti dati per l'idrometro di Batteria (Boretto) :

1900 - 1909	m. 1,19	
1910 - 1919	m. 1,28	
1920 - 1929	m. 1,04	Erano stati eseguiti i primi lavori per una estesa di km. 50 su km. 168 di progetto.
1930 - 1939	m. 0,86	Lavori eseguiti km. 85
1940 - 1949	m. 0,19	Lavori eseguiti km. 105

Tale abbassamento dell'alveo di magra comporta anche un aumento di velocità ed un aumento nella forza di trascinamento per cui, praticamente, la maggior parte dei materiali in trascinamento do-

vrebbe arrivare, in un tempo molto più breve, alla foce del fiume accelerando l'avanzamento del delta.

Durante un periodo di tre anni, trascorsi da chi scrive alla Commissione Europea del Danubio, per i lavori di mantenimento, nel ramo centrale navigabile di Sulina, di un fondale non minore di 24 piedi, è stato riscontrato, sulla base di precedenti situazioni, un forte incremento di depositi alla barra, per effetto dei lavori di canalizzazione del detto ramo, lavori in esecuzione nel fiume, da circa un secolo su una estesa di km. 80 a monte della foce.

Che invece, durante il deflusso di piena le acque dormano e non sia utilizzata tutta la sezione bagnata, è evidente e non solo per il Po; in altri termini una parte solamente del letto maggiore serve al deflusso delle acque di piena, deflusso indubbiamente favorito dalla esistenza di un canale regolato.

Non corrisponde al vero che il fiume durante le piene abbandoni completamente il percorso dell'alveo di magra, perchè in tal caso, dovrebbe, o scalzare le opere costruite o insabbiare e poi lasciare insabbiato il canale. Nulla di ciò, a carattere continuativo è mai avvenuto, come è stato dimostrato da quanto verificatosi nell'ultima immane piena, nella quale, come già detto con un complesso di opere eseguite, per un valore, per allora di 15 MILIARDI di lire, si sono avuti danni per un importo di 300 MILIONI, vale a dire per il 2%. Ciò sta a significare, che molto più che la resistenza delle opere, che molto probabilmente avrebbe avuto poco valore contro tanta piena, è stato proprio l'andamento del tracciato, che favorendo il deflusso delle acque non ha provocato l'effetto distruttivo dell'onda di piena.

A tale proposito si può asserire, con quasi certezza, che il taglio della penisola Mezzadra, del quale si è trattato, non sarebbe avvenuto, se a monte di questo fossero esistite le opere in alveo previste nel progetto ed ancora troppo lontane, in tale zona, dalla loro realizzazione.

Per quanto più sopra accennato, per una esperienza trentennale acquisita nei lavori di regolazione del fiume e sulla base degli studi e delle fati-

cose ricerche di tanti eminenti cultori dell'idraulica fluviale, benchè il tutto sia pur sempre minima cosa in tale campo, si ritiene di poter fissare, con sufficiente convinzione, entro i limiti dell'umana ragione, le seguenti deduzioni :

1 — CHE i lavori di sistemazione favoriscono anche il deflusso delle acque di piena;

2 — CHE la funzione dell'alveo di magra è tanto più importante, proprio ad eliminazione delle pericolose divagazioni del filone, in quanto, il detto alveo contenendo come ha contenuto, nei propri limiti, anche la corrente di piena, evita gli avvicinamenti agli argini maestri e la loro corrosione, che nel passato è sempre stata la maggiore causa di tutte le rotte. Tale circostanza, era del resto già in atto nel Po, anche prima dell'inizio delle opere di sistemazione, e questo per effetto delle estese difese di sponda eseguite in tutti i tempi. Come già detto, nel tratto di Po fra Piacenza e Cremona di km. 50, erano costruite tra le due sponde km. 43, di difese e in quello da Cremona a foce Mincio di km. 115, ne esistevano, prima dei lavori km. 55, in buona parte successivamente inserite nel tracciato del canale regolato;

3 — CHE i terreni golenali sono oggi e saranno ciò che sono sempre stati come superficie, salvo che, essendo fissati, non seguiranno più le antiche alterne vicende, riconosciute dannosissime per il libero corso delle acque e per la sicurezza degli argini maestri;

4 — CHE i lavori non sbarrano o restringono il corso del fiume, come è dimostrato dal loro mancato scalzamento, quale sarebbe stato inevitabilmente prodotto dalla recente piena, se ne avessero ostacolato il libero deflusso;

5 — CHE tali lavori rispondono anche ottimamente allo scopo di regolazione dell'alveo di piena e potranno godere, di tale generale riconoscimento, quando il solo elemento tecnico veramente competente, il Magistrato del Po potrà dettare per la libertà dell'alveo di piena, le opportune appropriate norme tecniche.

ATTIVITÀ VARIE DELLA SEZIONE AUTONOMA PER IL PO

Prima di concludere nei riguardi dell'efficacia dei lavori e della navigazione, ci pare utile mettere in evidenza altre attività della Sezione, che non è possibile tenere disgiunte dai lavori di regolazione del Po.

SEGNALAZIONE DELLA LINEA DI ROTTA.

La segnalazione della via da percorrere con i natanti, su fiumi, canali e canali di ingresso ai porti ed ai fiumi, effettuata con fari, boe luminose, boe sonore ecc. è sempre stata necessaria e lo è tuttora e a maggior ragione si è dovuta adottare nel Po, in dipendenza della mobilità del suo fondo e quindi della instabilità del canale di navigazione nei sensi planimetrico ed altimetrico.

In attesa che i lavori di sistemazione, in corso da poco più di venti anni sul Po, consentano di stabilizzare il canale di navigazione, eliminando le sue continue divagazioni ed assicurando un fondale non minore di m. 2, nel qual caso le pur necessarie segnalazioni del canale saranno fatte con ben altro carattere, è attuata da una trentina di anni, la segnalazione della linea di rotta, di facile applicazione, ma pur sempre sufficiente allo scopo.

La segnalazione si svolge nei 150 km. di Po da foce Adda a Bergantino — km. 20 a valle di Ostiglia —, dove è ritenuta necessaria, non tanto per il suo traffico, quanto per le difficoltà del suo fondo, mentre per il tratto di Po a valle di Bergantino, fino alla foce ed alle conche di Cavanella Po e di Volta Grimana, di ingresso ai canali per Venezia, lo stato del canale di navigazione presenta tali buone caratteristiche che non si è creduto necessario attuarvi la segnalazione pur essendovi un più intenso traffico.

Alla segnalazione del Po, viene provveduto dalla Sezione secondo le seguenti modalità:

I segnali sono di due specie, per le alte sponde — piarde — e per il basso alveo.

I segnali da piarda sono costituiti da tabelle di legno, a forma quadrata, con lato di cm. 50, completamente piene o parzialmente vuote nella parte interna, inchiodate su pali che vengono poi infissi sulle piarde. Tali segnali, se pieni, sono dipinti metà in rosso e metà in bianco, secondo una diagonale, se parzialmente vuoti, hanno due lati adiacenti bianchi e gli altri due rossi.

I segnali vengono posti sulla piarda con orientamenti diversi, là dove il filone incontra la sponda — SEGNALE DI CHIAMATA —, lungo la sponda se il filone prosegue aderente a questa — SEGNALE DI PROSECUZIONE — e dove il filone si distacca dalla sponda — SEGNALE DI MANDATA.

Il segnale di chiamata viene posto con il ver-

tice dell'angolo rosso diretto verso valle, il segnale di prosecuzione lo ha verso il basso ed il segnale di mandata verso monte. Poichè la segnalazione ha il senso indicato, per i convogli che scendono da monte a valle, ne risulta che il vertice color rosso sta ad indicare l'acqua buona, cioè il canale di navigazione.

Nel caso che il canale arrivi su una sponda e subito, o quasi, se ne allontani, ivi si pone un segnale con il vertice rosso rivolto verso l'alto — SEGNALE DI CHIAMATA E MANDATA.

I segnali in alveo sono costituiti da bandierine bianche e rosse, applicate a pali che vengono infissi nell'alveo a segnare la linea di rotta, che nel senso da monte verso valle, si indica ponendo le bandierine rosse alla destra del canale ad una ventina di metri circa dalla rotta che deve essere seguita, mentre le bandierine bianche si pongono sulle secche o su ostacoli, e devono sempre essere lasciate alla sinistra.

Navigando da valle verso monte si lasciano le bandierine rosse a sinistra e quelle bianche a destra e si seguono i segnali secondo le indicazioni più sopra annotate con senso inverso.

La segnalazione viene eseguita da sei squadre di barcaiuoli, chiamati MEATORI, i quali percorrono il proprio tronco diviso in due tratti, un giorno il tratto a monte ed un giorno quello a valle e spostano opportunamente i segnali da piarda e le paline, in relazione alle variazioni del filone.

I meatori hanno sempre percorso il tronco con una barca a remi, ma dal luglio 1951 sono stati forniti di un battello con motore fuori bordo, raggiungendo così una maggiore celerità e prontezza nell'effettuazione della segnalazione. Con tale più celere mezzo i meatori hanno anche la possibilità di prestare migliore aiuto ai convogli nel superare le più difficili posizioni, similmente a quanto operato dai piloti per i canali e per l'ingresso nei porti e nei fiumi.

La motorizzazione del servizio, non appena perfezionata ed entrata nella pratica del personale, potrà consentire l'estensione della segnalazione ad un più lungo tratto di Po con sempre migliori e più utili accorgimenti e sfruttamento del servizio stesso.

Da circa un anno si è installato, su un natante a motore, uno scandaglio ultrasonoro registratore, che per ora è stato impiegato, con ottimi risultati, per il rilievo del canale di navigazione e delle sezioni, benchè tali strumenti, per il momento, non consentano ancora la lettura di profondità minori di m. 1,50 e quindi non permettano il completo rilievo di tutti i fondali, e dei più importanti minimi, come ancora occorre nel Po.

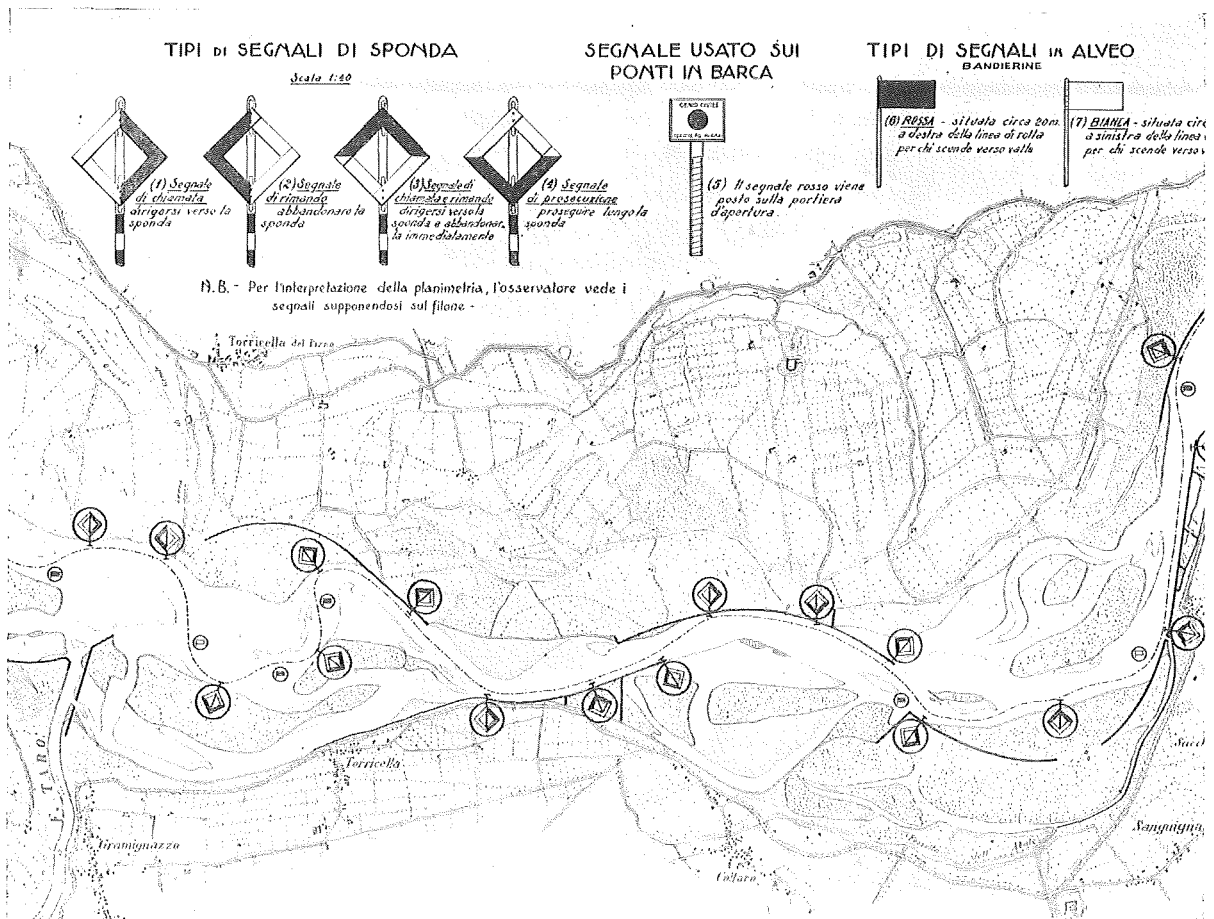


Fig. 24
ESEMPIO DELLA SEGNALAZIONE DEL CANALE DI NAVIGAZIONE IN UN TRATTO DI PO

BOLLETTINO GIORNALIERO DEI FONDALI.

I meatori percorrendo il loro tronco, oltre a spostare segnali e bandierine per la segnalazione della linea di rotta, scandagliano il canale di navigazione annotando i minimi fondali e la loro relativa località e tali dati comunicano a Parma alla sede della Sezione Autonoma per il Po, servendosi della rete telefonica autonoma padana.

Sulla base dei dati telefonati dai meatori, viene compilato un bollettino giornaliero, nel quale sono indicate le altezze ai principali idrometri, la tendenza del fiume e quindi i minimi fondali dei vari tronchi, affinché gli esercenti la navigazione possano regolarsi per il carico a seconda delle zone da transitare, dato che quel bollettino viene comunicato per la pubblicazione ai giornali delle città rivierasche del Po e in avvenire potrà essere comunicato per radio similmente ai bollettini metereologici.

RETE TELEFONICA AUTONOMA PADANA.

Durante la forte piena del 1926 ed anche per le precedenti, fu molto sentita la mancanza di un mezzo diretto di comunicazione dei dati idrometri-

ci e quindi del decorso della piena nei vari tratti del Po, non solo, ma anche la impossibilità che il Capo responsabile di tutti i servizi e via via gli Ingegneri Capi, i capi sezione e l'altro personale idraulico potessero comunicare continuamente e prontamente fra loro.

Pertanto, l'allora Ispettore Generale per il Po, propose la costruzione di una rete telefonica lungo il Po ed affluenti, allo scopo di realizzare quel necessario e pronto collegamento per la sorveglianza di km. 2309 di argini di II Categoria dei quali: km. 864 di argini di Po, — km. 429 in sinistra e km. 435 in destra —; km. 671 in sinistra e destra degli influenti rigurgitati e km. 774 degli influenti, dei quali, dopo l'ultima piena, una notevole aliquota deve pure considerarsi rigurgitata. Poichè tale proposta fu approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto n. 813 nella adunanza del 13 marzo 1927, fu anche prontamente realizzata; cosicchè il 1° settembre 1929 la rete telefonica autonoma padana poteva essere inaugurata.

Da allora, la rete telefonica ha sempre ottimamente assolto il proprio compito, che ha avuto la sua più perfetta realizzazione nella recente disa-

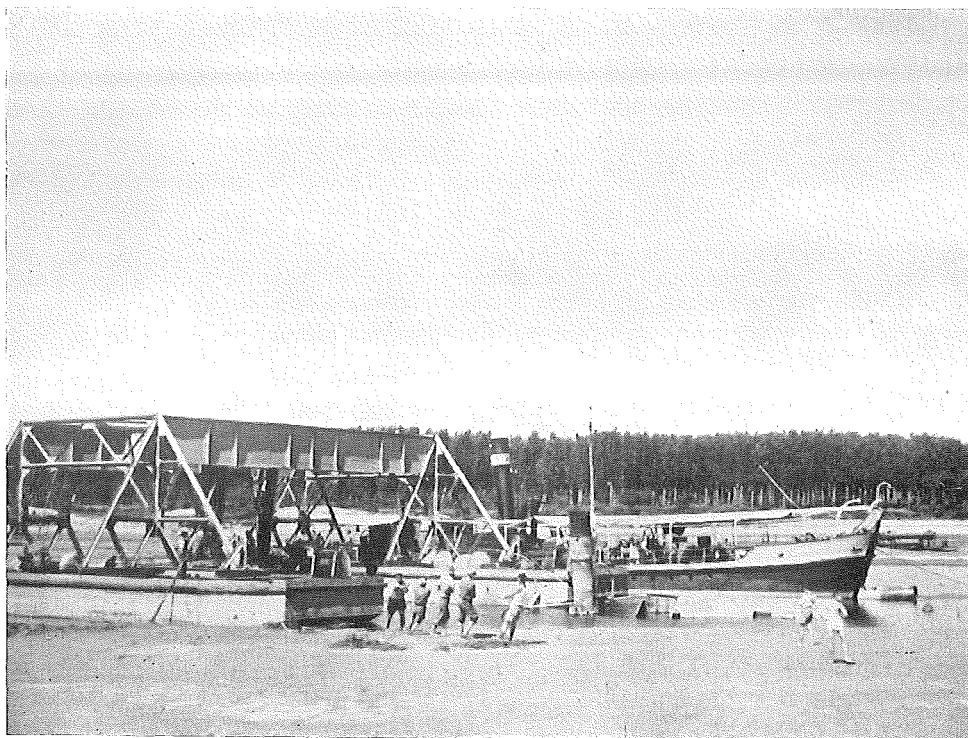


Fig. 25
RICUPERO DEL RIMORCHIATORE « VOLTA » DI 140 TONN., EMERGENTE CON PARTE
DEL SOLO FUMAILOLO

strosa piena, durante la quale non vi è stata la più piccola interruzione ed è sempre stato possibile trasmettere tutte le notizie a tutti gli Uffici padani dipendenti dal Circolo Superiore di Ispezione per il Po ed agli Uffici del Magistrato alle Acque, per il collegamento con quella rete realizzato nel centralino di Mantova.

La rete, che ha una estesa di km. 2000 di circuiti e 288 fra centralini ed apparecchi telefonici, collega il Circolo Superiore di Ispezione per il Po con sede in Parma, dove si trova il centralino principale, con gli Uffici del Genio Civile di Alessandria, Milano, Pavia, Piacenza, Cremona, Parma, Mantova, Modena, Bologna, Reggio Emilia, Ferrara e con la Sezione autonoma per il Po, oltre che con i Provveditorati Regionali alle Opere Pubbliche di Bologna e Milano, con la Sezione Idrografica di Bologna, con l'Ufficio Idrografico per il Po di Parma e con la sua Sezione staccata di Milano. Tale rete si inserisce anche in quella del Magistrato alle Acque che interessa tutte le Provincie Venete.

Naturalmente, dall'epoca del suo impianto, la rete ha avuto molte varianti, dovute alla progressiva aggiunta di nuove linee, mentre poi con la guerra ha subito fortissime distruzioni, tanto da essere ridotta, alla fine della guerra, forse ad un decimo della primitiva consistenza, alla quale non è stata ancora completamente riportata.

Come detto la finalità più importante per la quale la rete è stata ideata e costruita è naturalmente quella del servizio di piena per tutto il Po ed affluenti, fino ad oggi dipendente da due Uffici diversi e precisamente, dal Circolo Superiore di Ispezione per il Po per tutto il bacino in destra di Po e per quello in sinistra fino a foce Mincio e a monte della sponda destra del Mincio questa compresa. La giurisdizione del Magistrato alle Acque comprende tutta la sponda sinistra del Po a valle di foce Mincio e la sponda sinistra del Mincio.

E' oramai accertato che tale strana situazione, perpetuata fino ad oggi per ragioni sentimentali verso la gloriosa repubblica di Venezia, sarà risolta secondo le pratiche necessità di studio, di opere e di servizio del fiume, affidando la direzione di tutto il suo bacino, dalle sorgenti alla foce, ad un solo Capo responsabile che sarà il Magistrato del Po.

L'esistenza della rete ha permesso anche in tempi normali il più pronto disbrigo di tutti i servizi e l'acceleramento di tutte le pratiche, mentre poi come già detto, in tempo di piena, la rete ha consentito agli Uffici padani, nessuno eccettuato, la perfetta tempestiva ricezione, ogni due ore od ogni ora, dei dati di altezza di tutti gli idrometri padani, ottenendone la diramazione a tutto il personale dislocato sui vari tronchi di custodia. Tale

immediata conoscenza dei dati idrometrici dà la possibilità di prevedere l'andamento della piena, con un sufficiente anticipo e quindi di predisporre, tanto più oggi in virtù della forte disponibilità di potenti mezzi di trasporto, i provvedimenti atti ad eliminare le sue disastrose conseguenze, come è stato attuato anche nella recente piena, per quasi tutto il Po.

dispendiosi ed assolutamente non rispondenti allo scopo.

E' attualmente in corso, anche per l'alto e medio Po, come già realizzato dal Magistrato alle Acque, la installazione dei ponti radio, per un più pronto e duplice collegamento degli uffici padani, nei riguardi del servizio di piena.

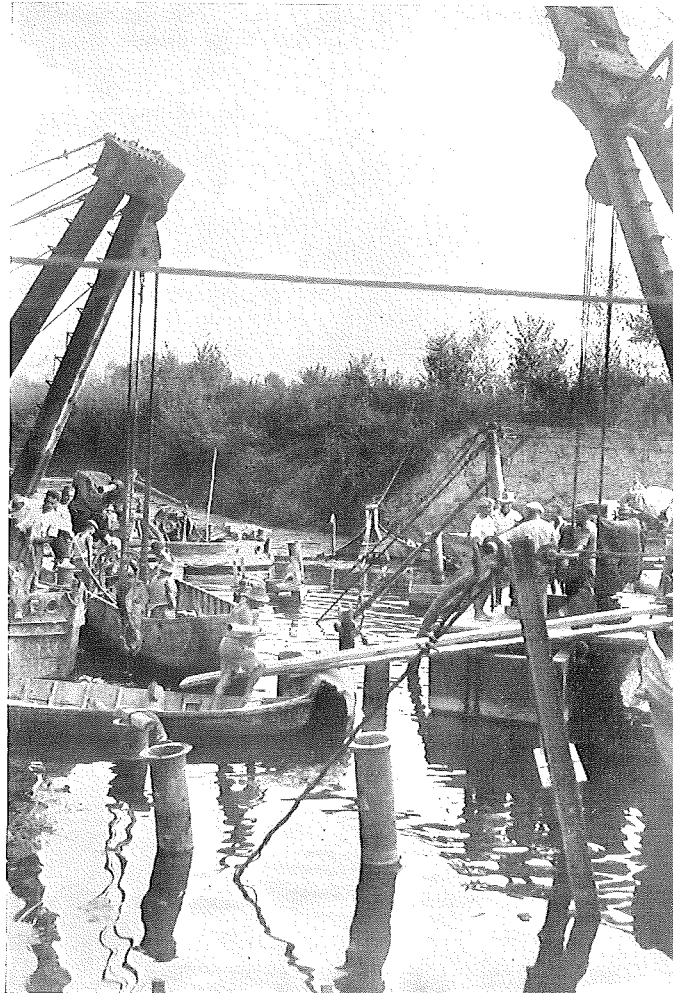


Fig. 26
OPERAZIONI DI RICUPERO DELLA DRAGA «PARMA» DI 150 TONN., AFFONDATA
CON LA COPERTA A M. 5 SOTTO IL PELO D'ACQUA

La dimostrazione pratica della insufficienza del servizio di piena, nel caso ci si debba servire delle linee telefoniche della Società concessionarie private, può essere fornita dalla situazione nella quale si è trovato l'Ufficio del Genio Civile di Ferrara durante la recente piena. Privato per la guerra, della linea prima esistente per Ariano e fino al Faro, durante la piena ha dovuto servirsi della rete privata, spesso senza riuscire a parlare, per cui è stato costretto, continuamente, ad inviare il proprio personale con automobili o motociclette, con risultati

RICUPERO DEI NATANTI AFFONDATI PER CAUSE BELLICHE.

L'Ufficio possedeva prima della guerra circa 150 natanti, fra maggiori e minori, per una valore attuale di circa DUE MILIARDI di lire, da usare per la maggior parte per i lavori di sistemazione del Po e in numero molto limitato per il dragaggio del canale di navigazione.

Circa i quattro quinti di quei natanti furono danneggiati od affondati per eventi bellici, ma su-

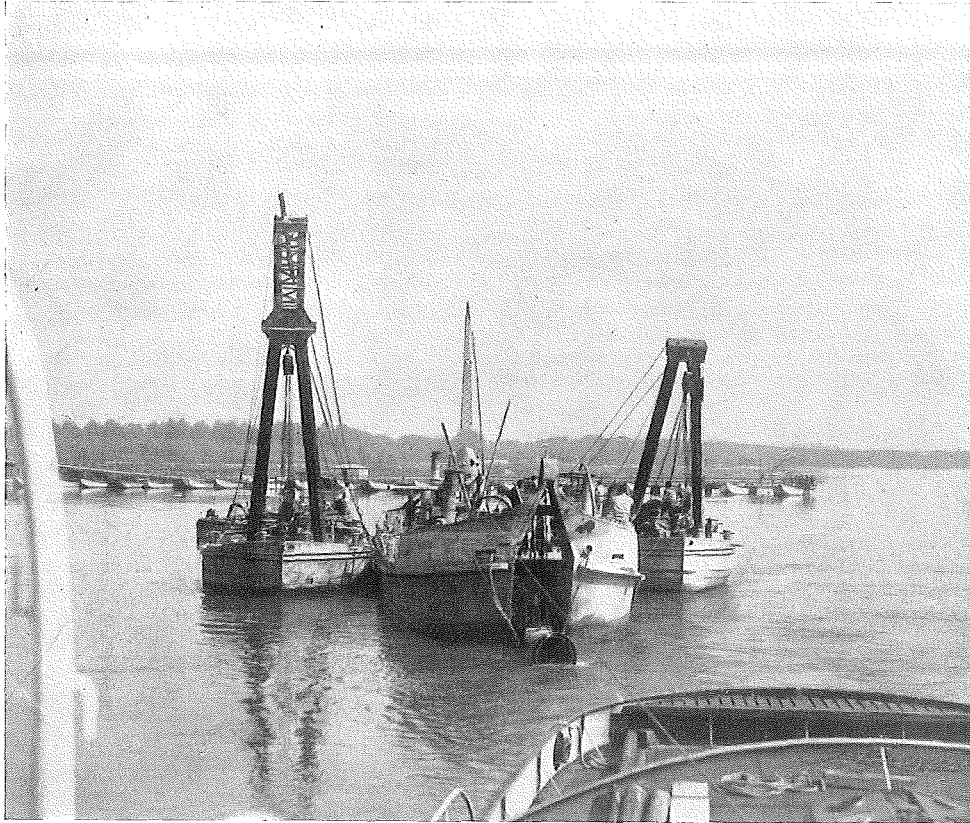


Fig. 27
LA DRAGA «PARMA» RICUPERATA E RESA GALLEGGIANTE, VIENE RIMOR-
CHIATA VERSO IL CANTIERE DI BORETTO

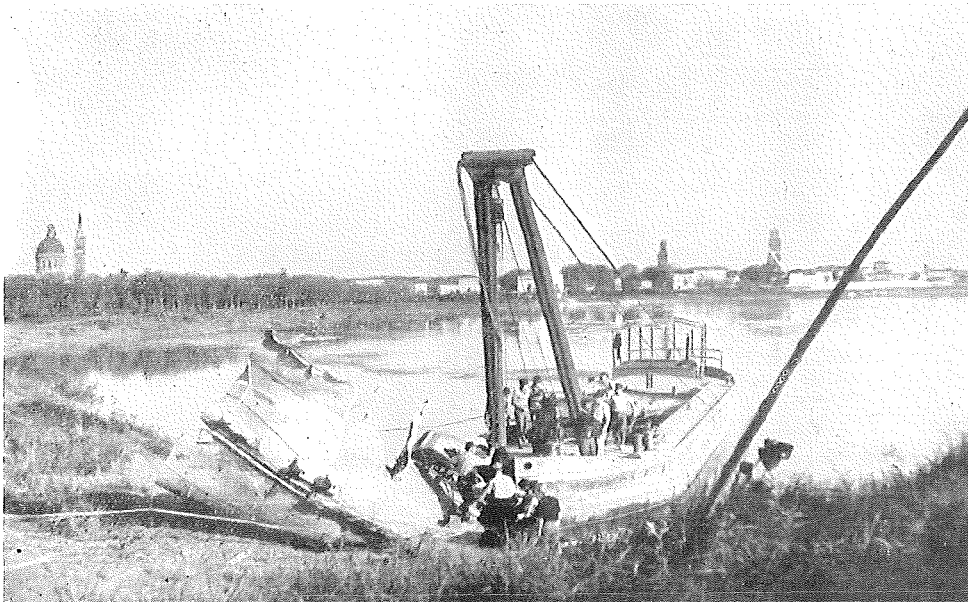


Fig. 28
RICUPERO PRESSO CASALMAGGIORE, DEI RELITTI DI UNA BARCA DA 100 TONN.
DISTRUTTA CON UNA CARICA DI ESPLOSIVO

bito dopo la liberazione l'Ufficio iniziò, però con mezzi tecnici e finanziari non adeguati, le operazioni di recupero di quelli che presentavano condizioni favorevoli, rinviando il recupero dei più difficili al momento nel quale fosse stato possibile predisporre una conveniente attrezzatura. Spesso è risultata più costosa e difficile la messa in efficienza di qualche natante non affondato, chè nel periodo della liberazione e precedente, abbandonato dal proprio personale come è avvenuto per tante pro-

vati scomparti, lasciando un collegamento pure stagno con l'esterno per l'introduzione delle pompe occorrenti per la successiva estrazione dell'acqua, a creazione degli spazi vuoti sufficienti per avere nel natante la spinta al sollevamento. Il sollevamento di ogni natante completamente pieno di materia solida, sarebbe stato difficilmente attuabile, anche con potenti mezzi perchè le strutture della nave non avrebbero potuto sopportare il carico, che per una draga si aggirava sulle 800 o 900 tonnellate, se



Fig. 29
VEDUTA AEREA DEL CANTIERE DI BORETTO, DI FRONTE ALL'ESTREMO A VALLE DELLA CURVA DI NAVIGAZIONE N. 23 DI VIADANA. SONO EVIDENTI I CAPPANNONI DEL CANTIERE, CORRENTI LUNGO TUTTO L'ARGINE MAESTRO

prietà, è stato pirateggiato e rovinato (cannibalizzato) in un modo gravissimo e che soltanto molto più tardi è stato possibile rimettere in efficienza, allorché dopo circa due anni si sono potuti avere tutti i materiali necessari per il ripristino e la ricostruzione della parti mancanti.

Il recupero dei natanti affondati presenta ovunque grandi difficoltà, ma in un fiume, a parità di profondità che permetta il recupero, molto maggiori che nel mare per queste avverse caratteristiche — nessuna visibilità per il palombaro — forte corrente — riempimento completo di ogni vano del natante con sabbia e melma argillosa.

I recuperi sono stati effettuati basandosi sulla vuotatura, estrazione del materiale solido dagli scomparti del natante, mentre è sott'acqua, per mezzo di pompe a sabbia o di sorbone (espulsori funzionanti ad aria compressa), chiusura ermetica dei

non con provvedimenti di irrobustimento longitudinali molto onerosi e difficilmente attuabili.

Poichè l'estrazione della terra e la successiva vuotatura dall'acqua, riescono incomplete, la spinta al galleggiamento non è mai sufficiente, ed occorre aiutare il natante con mezzi idonei e predisposti al sollevamento oltre che al *distacco* del natante *preso* nella melma del fondo. Le suddette operazioni brevemente descritte non risultano altrettanto brevi per l'esecuzione e diventano difficilissime se non impossibili, quando il natante, come spesso accade, presenta qualche falla.

Con tale sistema e con operazioni più o meno simili sono stati portati a galla quasi tutti i maggiori natanti recuperabili, questo perchè molti erano stati affondati con cariche di esplosivo e quindi completamente distrutti.

CANTIERE NAVALE, OFFICINE E MAGAZZINO DI BORETTO.

Il Cantiere di Boretto, creato ed organizzato dall'Ingegnere Gorio dopo la guerra 1915-18, dalla liberazione è stato potenziato, non solo, nel primo momento, per ragioni sociali di occupazione, ma molto più per il ripristino di tutta la flotta padana uscita dalla guerra quasi completamente mutilata. All'aumentato numero di operai, che è attualmente di 150, ha corrisposto un adeguato incremento di moderne macchine che hanno permesso non solo di ripristinare i mezzi recuperati dall'affondamento e di riparare quelli rimasti galleggianti e danneggiatissimi, ma anche di provvedere alla costruzione di m. 200 di tubatura speciale galleggiante, m. 1000 di tubatura a terra e di molte altre parti per una draga della potenza di 1200 Cav. che la Sezione ha avuto l'incarico di progettare, allestire ed ora far funzionare per la bonifica del Pian di Spagna a Nord del Lago di Como.

Il Cantiere, che ha un'area coperta di mq. 26.000 e mq. 4900 di fabbricati, provvede alle seguenti opere :

1 — Ordinaria manutenzione dei vari natanti;

2 — Riparazioni, anche di forte mole, dei detti natanti con rinnovo di carene, modifica di scafi, installazione di motori e trasformazione dei sistemi di combustione;

3 — Importanti ripristini dei natanti già affondati e recuperati oppure fortemente danneggiati;

4 — Costruzioni varie di falegnameria per arredamento natanti, cantieri ed Uffici.

Il Cantiere e le Officine comprendono i seguenti reparti :

a — OFFICINA per torneria ed aggiustaggio, con 4 torni, trapani, fresatrici, piallatrici, limatrici ecc.;

b — CARPENTERIA in ferro per tracciatura, sagomatura, forgiatura, saldatura elettrica e al

cannello, tranciatura, punzonatura ecc. dotata di calandre, saldatrici elettriche, trancie, punzonatrici, trapani ecc.;

c — FALEGNAMERIA ed annessa carpenteria e calafataggio, con seghe a nastro, a carrello, piallatrici, sagomatrici, torni, ecc.;

d — FONDERIA per getti in ghisa, bronzo e leghe leggere;

e — MOTORI per revisione, smontaggio e rimontaggio motori a scoppio ed a combustione;

f — ATTREZZERIA;

g — AUTOMEZZI

h — MANOVRE con scalo per alaggio e varo natanti;

i — MAGAZZINO comprende i materiali più vari per 2000 voci con circa 10.000 operazioni annuali fra entrata ed uscita pari ad un valore odierno superiore ai CENTO MILIONI di lire.

Prima di chiudere l'argomento del Cantiere di Boretto, e con questo collegato, quello di tutto il personale dell'officina ed imbarcato sui mezzi natanti, draghe, rimorchiatori, barche da trasporto ecc., non si può non far presente la continua progressiva sua diminuzione, essendo cessata col 1948 ogni possibilità di rinsanguamento. A prova di quanto detto si ricorda che la Sezione, nel 1948, aveva alle dipendenze 300 operai fra Officina e natanti e che attualmente sono ridotti a meno di 250, non solo, ma che gli operai hanno le seguenti età medie, e che non vi è un solo apprendista :

capi-draga e capi-convoglio	anni	56
macchinisti	»	42
marinai e barcaioli	»	50
meatori	»	53
tutto il personale imbarcato	»	49

E' evidente, che così continuando si arriverà al completo dissolvimento di un ottimo patrimonio di lavoro e di mezzi, approntati in tanti anni di cure e fatiche, ed alla impossibilità di portare a compimento le opere di sistemazione del Po.

IDROVIA PADANA

FIUME O CANALI.

Il primo progetto, prevedeva l'inizio dei lavori di sistemazione a foce Adda, in quanto il congiungimento fra il Po e Milano avrebbe dovuto essere compiuto costruendo un canale sfociante nella zona di foce Adda o addirittura, come programmato da qualcuno, servendosi di un tratto dell'Adda, nel suo tronco inferiore. Quel programma fu presto abbandonato e sostituito dal progetto di costruzione di un canale Milano-Cremona, che più volte è stato sul punto di essere iniziato, ma poi sempre rinviato per complicazioni politiche interne e non meno per la forte opposizione di coloro ai quali dovevano essere espropriati i terreni.

L'idrovia padana, così suol chiamarsi la via congiungente Venezia a Milano e non soltanto fino a Milano, è stata oggetto di discussioni di ogni genere e più di tutto di opposte tendenze fra chi sosteneva la possibilità di servirsi del Po da Cremona a Cavanella e chi invece avversava tale soluzione da sostituire con le « acque chiare » mediante un canale da Cremona a Mantova e quindi per il Tartaro e Canal Bianco raggiungere i Canali per Venezia, abbandonando completamente il Po. Per ora nulla è risolto, salvo che nei vari Congressi si è stati generalmente favorevoli alle acque chiare e tanto più in vista del congiungimento di Milano con la Svizzera, anche qui attraverso una via non ancora precisamente determinata, ma in tesi generale favorevole ai canali. Il problema del congiungimento di Venezia con la Svizzera è all'esame, da qualche anno, da parte di una Commissione Italo-Svizzera, che nel complesso effettua i propri studi, senza diretto collegamento con la realizzazione della navigabilità del Po, per cui evidentemente, la mancata conoscenza pratica di quei problemi ha facilmente indirizzato i suoi componenti verso la preferenza dei canali in sostituzione del Po.

Nello studio molto accurato e documentato, fatto dal Prof. Ing. Matteo Matternini (1) nei riguardi della Idrovia Padana, sono esaminate fra l'altro le tre seguenti possibili soluzioni, da Cremona a Venezia, ritenute pacificamente accettate da tutti il canale Cremona-Milano ed ancora da studiare il percorso MILANO-LOCARNO.

1 — Il Po da Cremona a Volta Crimana e i canali per Brondolo fino a Venezia;

2 — Canale Cremona-Mantova, lago di Mantova, Tartaro Canal Bianco e quindi ai canali per Venezia;

3 — Una media fra i due: Canale Cremona Mantova, Mincio e Po da foce Mincio alla Conca di Volta Grimana e i canali per Venezia.

La terza soluzione è la preferita dal Prof. Matternini, sulla base della navigabilità e dei lavori di sistemazione del Po, quali apparivano nel 1950, ma che oggi sono molto migliorati, tanto che è proprio questo miglioramento, che per essere avvenuto in così poco tempo, ci conforta nelle conclusioni e dimostra come la canalizzazione sia per essere raggiunta con progressione geometrica in relazione al grande effetto dei lavori ormai tutti in esecuzione nell'alveo del fiume.

Ogni qual volta si riparla di navigazione interna, ognuno si crede in dovere di pretendere l'attuazione del ramo che lo interessa con la costruzione di un nuovo tronco di canale, senza rendersi conto che occorre pensare prima, alla via principale più importante, prevista e realizzata secondo un piano organico generale, e successivamente ai vari preventivati collegamenti, sempre che non appartengano alla specie dei canali irrealizzabili.

Come sempre, tutti si preoccupano della priorità o delle questioni regionali, dimenticando che poco o punto si può fare nella pianura padana, particolarmente nel campo dei trasporti se non si tengono presenti le superiori risorse della metropoli lombarda. Siccome spesso si rileva che la navigazione non è più praticata, che è superata dai mezzi viaggianti su rotaia e su strada e si mettono in evidenza molte altre difficoltà, tutte più o meno note, noi si ripete, che la navigazione interna, particolarmente in Italia, che non ha vaste pianure, non può vivere a se stessa, ma deve essere collegata alla navigazione marittima e costituire con quella un tutto unito.

Ecco perchè abbiamo sempre sostenuto e sosteniamo, che prima di partire decisamente per la costruzione di una rete completa di canali o quanto meno di un canale di molte decine di chilometri, con spesa notevole e con non facili problemi tecnici e sociali da risolvere, sarebbe bene sperimentare la navigazione dove è, senza volerla *creare* altrove, completandola invece con poco sforzo, dove è sempre stata, dove vive ora in modo limitato ed è possibile condurla a rifiorire con lieve e mai inutile spesa e fatica.

Un canale costruito per la navigazione, che poi non dovesse servire allo scopo, sarebbe un grave fallimento anche nei riguardi di quanto di male, porta sempre un canale, e tanto più quando inutile.

La scelta fra canali e fiume è fatta dalla maggioranza per i canali, pur tuttavia non si può a meno di raffrontare le due soluzioni, dopo di che si ritiene che ci sarà chi potrà ricredersi, non tan-

(1) Prof. Ing. Matteo Matternini - L'Idrovia Padana LOCARNO - MILANO - VENEZIA - TRIESTE - Studio tecnico ed economico - Edito a cura della Associazione LOCARNO-VENEZIA LOCARNO 1952.

to sui principi informativi, quanto in dipendenza de fatti che, come sempre, non dovrebbero consentire differenza di giudizi.

CONCLUSIONI E CONFRONTI.

A conclusione di quanto detto, si ritiene utile mettere in evidenza che la regolazione dell'alveo di magra del Po, ormai decisa ed indiscutibile, e in atto per i due terzi, consente le seguenti sicure realizzazioni:

1 — Sistemazione idraulica dell'alveo di magra e miglioramento del regime del fiume, anche

del tronco di Po da foce Adda a foce Mincio si dovevano costruire km. 89 di difesa e km. 79 di opere in alveo, essendo quest'ultime quelle determinanti la vera e propria canalizzazione, che avendo oggi costruito km. 82 di difese e km. 31 di opere in alveo, si hanno nel tronco una o due località con minimi, solo per pochi giorni, intorno al metro, mentre oramai e per lunghi tronchi si hanno sempre fondali non minori di m. 1,40.

Si deduce, che quando si sia eseguita una successiva estesa di km. 20 di opere in alveo, con una spesa intorno ad altri QUATTRO MILIARDI di lire, con riguardo all'eliminazione dei punti più scabrosi, si potrà contare, su un perenne fondale,



Fig. 30

VISTA DA MONTE DELLA CURVA DI NAVIGAZIONE N. 45 DI CREMONA

nei riguardi degli alvei di piena ordinaria e di piena massima;

2 — Consolidamento dei terreni golenali esistenti e stabilizzazione di quelli, altrimenti sempre vaganti, per una estesa in cifra tonda di Ha 5000;

3 — Eliminazione delle sempre urgenti, e molto spesso intempestive opere di difesa idraulica, sostituite da opere di difesa, che costruite una volta per sempre potranno essere seguite periodicamente con modeste opere a carattere manutentorio;

4 — Navigazione.

Il raggiungimento del quarto scopo è funzione dei primi tre, per loro stessi necessari e sufficienti a giustificare, tecnicamente ed economicamente l'attuazione dell'opera.

Prima di elencare altre circostanze di fatto, relative al fiume ed ai canali, ci piace ricordare, anche se altre volte già detto, che per la sistemazione

in tutto il tratto da Cremona a foce Mincio, mai minore di m. 1,50 \pm 1,60 e forse, di tali quote, molto migliore.

Nei riguardi dei lavori di regolazione dell'alveo del Po, si prospettano altre caratteristiche a completamento di quelle prima enunciate.

5 — Spesa per completare i lavori, DIECI MILIARDI di lire (si ricordi quanto sopra detto per una sufficiente prima fase di lavoro).

6 — Partecipazione ai vantaggi derivanti dalla navigazione, con evidente sicuro potenziamento di questa, dei due territori situati a Nord e Sud del Po.

A questo proposito si ricorda quanto disposto dal Testo Unico per le opere di navigazione, approvato con R. D. 11-7-1913 n. 959. Art. 1 - La navigazione è l'oggetto principale a cui servono i la-

ghi, i canali ed i fiumi navigabili. A questo primo fine sono subordinati tutti gli altri vantaggi che possono ottenersi dalle loro acque e gli usi a cui queste possono applicarsi.

7 — Nessun perturbamento della pianura padana, (nessun esproprio) anzi necessità che si pervenga finalmente all'eliminazione dei medievali e vorremmo dire incivili 12 ponti in barche, con notevole vantaggio anche della circolazione stradale, costituenti attualmente il più forte ostacolo allo sviluppo della navigazione in quanto ogni tran-

13 — Navigazione effettuata ed effettuabile fin da ora e via via sempre di più con natanti di maggiore portata col progredire dei lavori.

Per una via d'acqua per canali, Cremona-Mantova e di qui per il Tartaro Canal Bianco da completare, si avrebbero le seguenti caratteristiche:

A — Spesa per costruire il canale Cremona-Mantova, non meno di 30 MILIARDI e 20 MILIARDI per il Tartaro Canal Bianco;

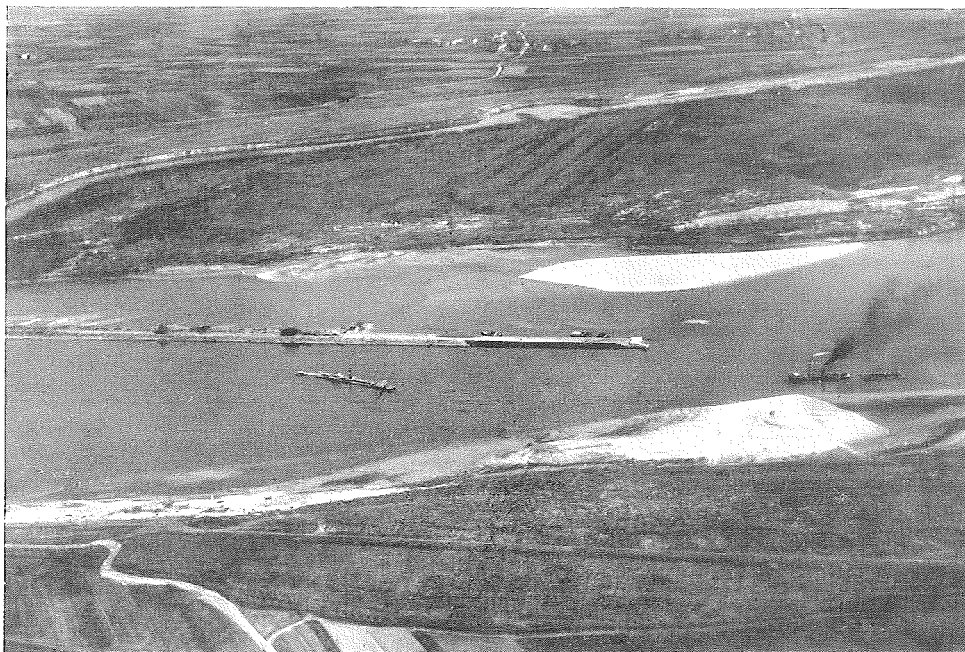


Fig. 31
ESTREMO A VALLE DELLA CURVA DI NAVIGAZIONE N. 27 DI CASALMAGGIORE
E CONVOGLI IN ASCESA

sito attraverso un ponte richiede circa mezza ora quando non fa ritardare di mezza giornata allorchè il convoglio si presenta al transito o troppo presto o troppo tardi rispetto all'orario di apertura;

8 — Percorso sul Po, da Cremona alla Conca di Volta Grimana km. 240, senza nessuna conca;

9 — Non navigabilità dovuta all'altezza di piena; media non maggiore di dieci giorni all'anno;

10 — Non navigabilità per le nebbie; media 25 giorni all'anno; tale impedimento si ritiene potrà essere presto eliminato col radar;

11 — Similmente sarà possibile la navigazione notturna col radar. A Po completamente sistemato si potrà navigare anche con pochi fari e boe luminose;

12 — Possibilità di sviluppare la velocità che consente il mezzo viaggiante, sia in ascesa che in discesa;

B — Creazione di un canale a monte del Po, con la deleteria divisione in due di una zona tanto importante come la pianura da Cremona a Mantova;

C — Esclusione dell'importante territorio emiliano, dalla nuova linea di navigazione, con evidente fortissimo danno della linea stessa e del detto territorio;

D — Percorso da Cremona alla Conca di Volta Grimana km. 180 con otto conche;

E — Possibilità di navigare sia con le nebbie che di notte, ma a ridottissime velocità;

F — Limitazione sempre della velocità per non arrecare danni alle sponde e al fondo dei canali.

Nei due casi occorre provvedere alla costruzione del canale Milano-Cremona, deciso da decenni e che pur tuttavia trova avversari in ogni campo, e

si tratta di arrivare a Milano. Cose ne sarebbe del canale Cremona-Mantova, al momento di passare alla fase esecutiva, quando i seri motivi, non diversi da quelli del canale Milano-Cremona, per i quali potrebbe essere avvertato, trovassero un punto di appoggio così importante quale l'esistenza, fra i due centri, di un collegamento naturale quale è il Po tanto e così facilmente suscettibile di perfezionamento?

Risultano così i seguenti argomenti riepilogativi:

a) Che i lavori del Po sono da eseguire in ogni caso;

b) Che se la navigazione, a Po sistemato, non dovesse avere lo sviluppo desiderato, non sarebbe gran male, mentre si ritiene essere un vero disastro l'aver costruito un canale che rimanesse deserto;

c) Che il maggior percorso del Po è compensato dalla libertà di marcia, e per la corrente dal compenso fra ascesa e discesa. Si tenga poi conto della nessuna conca per il fiume, contro otto dei canali;

d) Che le spese di manutenzione del fiume, rientrano nell'ordinario stanziamento per la difesa idraulica e certo molto minori a Po sistemato che quale ora è.

La spesa per la manutenzione dei canali, molto maggiore di quanto possa risultare ad un esame sommario, sarebbe da sostenere in più di quella sempre occorrente per la difesa idraulica del Po;

e) Che ogni interruzione e rinvio dei lavori del Po, interruzioni che rientrano nella pratica normale, non hanno mai causato seri inconvenienti, e nulla specialmente a carattere sociale, mentre ben più grave sarebbe la questione se dopo iniziati i lavori di costruzione del canale, questi dovessero subire una o più battute d'attesa;

f) Che soltanto nella deprecata ipotesi, ormai da escludere, che a lavori ultimati, il Po non dovesse punto corrispondere, soltanto allora si dovrebbe ricorrere alla costruzione dei canali, senza avere speso nulla di più e soltanto avendo rimandato la soluzione di pochi anni sui molti dai quali si discute.

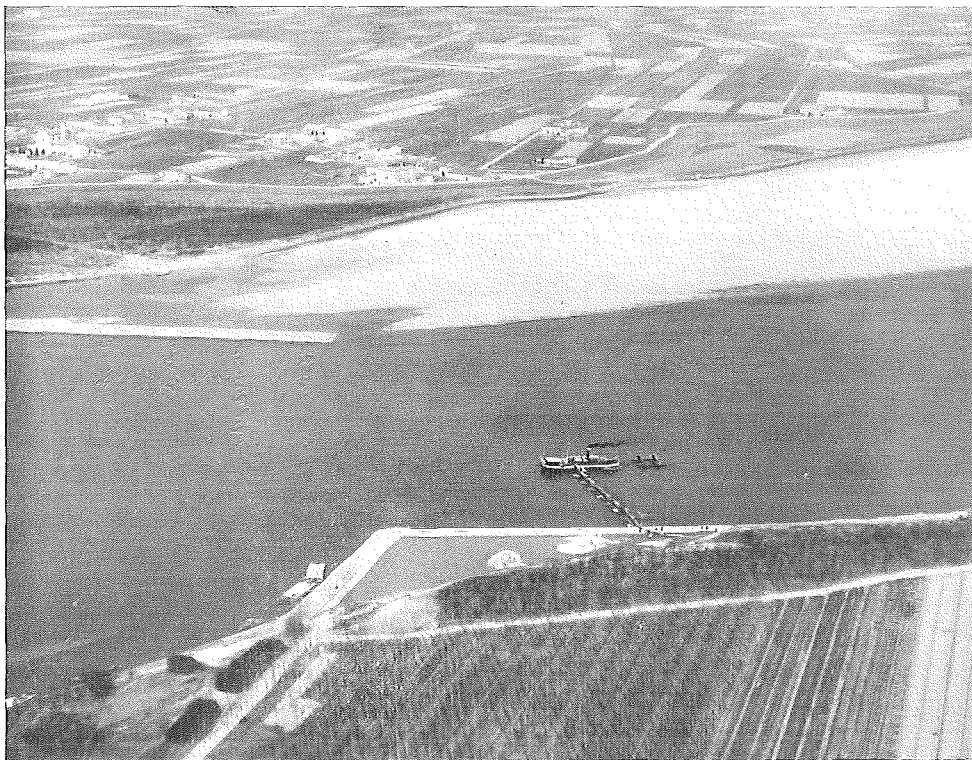


Fig. 32

SOGLIA IN VIA DI COMPLETAMENTO FRA DUE CURVE DI NAVIGAZIONE N. 21 DI POMPONESCO NELLA SUA PARTE A VALLE E L'ESTREMO A MONTE DELLA N. 20 DI GUASTALLA CON LA DRAGA IN LAVORO

(1) Vedi opera citata a pag 5

FINITO DI STAMPARE
IL GIORNO 8 SETTEMBRE 1953
NELLO STABILIMENTO
ARTEGRAFICA "SILVA",
VIA R. TANZI, 1 - PARMA

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
SEZIONE AUTONOMA PER IL PO
PARMA

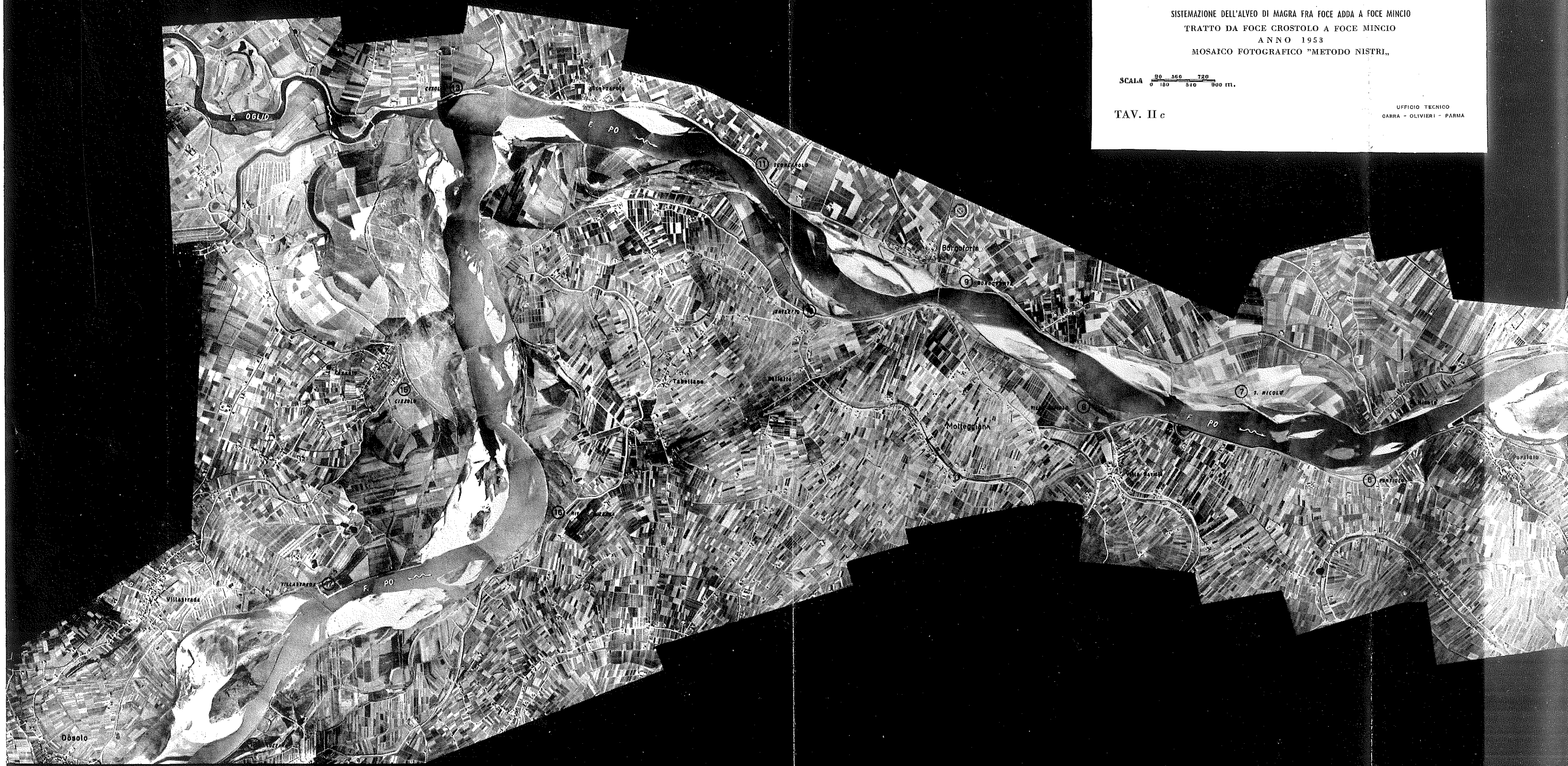
FIUME PO

SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA FRA FOCE ADDA A FOCE MINCIO
TRATTO DA FOCE CROSTOLO A FOCE MINCIO
ANNO 1953
MOSAICO FOTOGRAFICO "METODO NISTRI".

SCALA $\frac{30 \quad 360 \quad 720}{0 \quad 180 \quad 360 \quad 720}$ mt.

TAV. II c

UFFICIO TECNICO
CARRA - OLIVIERI - PARMA



MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
SEZIONE AUTONOMA PER IL PO
PARMA

FIUME PO

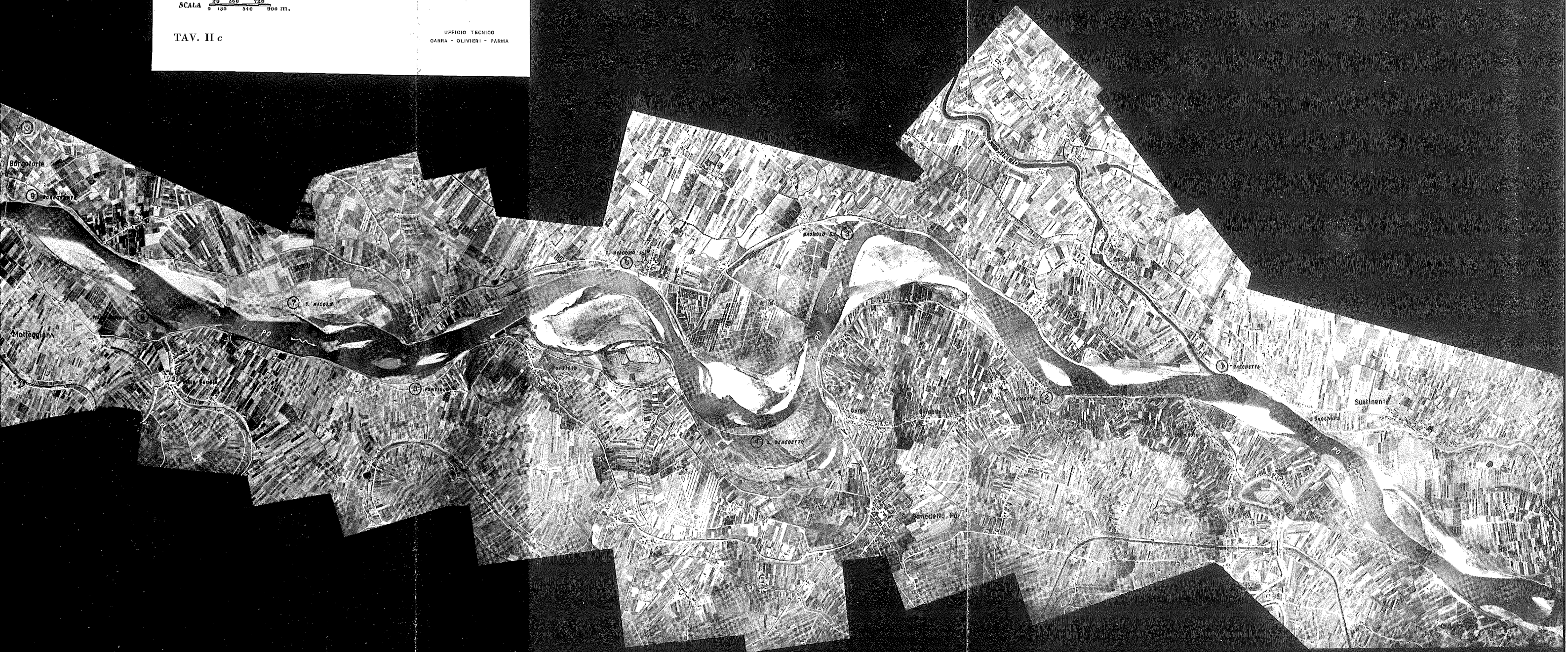
SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA FRA FOCE ADDA A FOCE MINCIO
TRATTO DA FOCE CROSTOLO A FOCE MINCIO
ANNO 1953

MOSAICO FOTOGRAFICO "METODO NISTRÌ."

SCALA 0 100 200 300 400 500 600 700 800 m.

TAV. II c

UFFICIO TECNICO
DARRA - OLIVIERI - PARMA



MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
SEZIONE AUTONOMA PER IL PO
PARMA

FIUME PO

SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA FRA FOCE ADDA A FOCE MINCIO
TRATTO DA FOCE TARO A FOCE CROSTOLO
ANNO 1953
MOSAICO FOTOGRAFICO "METODO NISTRI."

SCALA $\frac{1:50,000}{1:100,000}$ 0 100 200 300 m.

TAV. II b

UFFICIO TECNICO
CARRA - OLIVIERI - PARMA



MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
SEZIONE AUTONOMA PER IL PO
PARMA

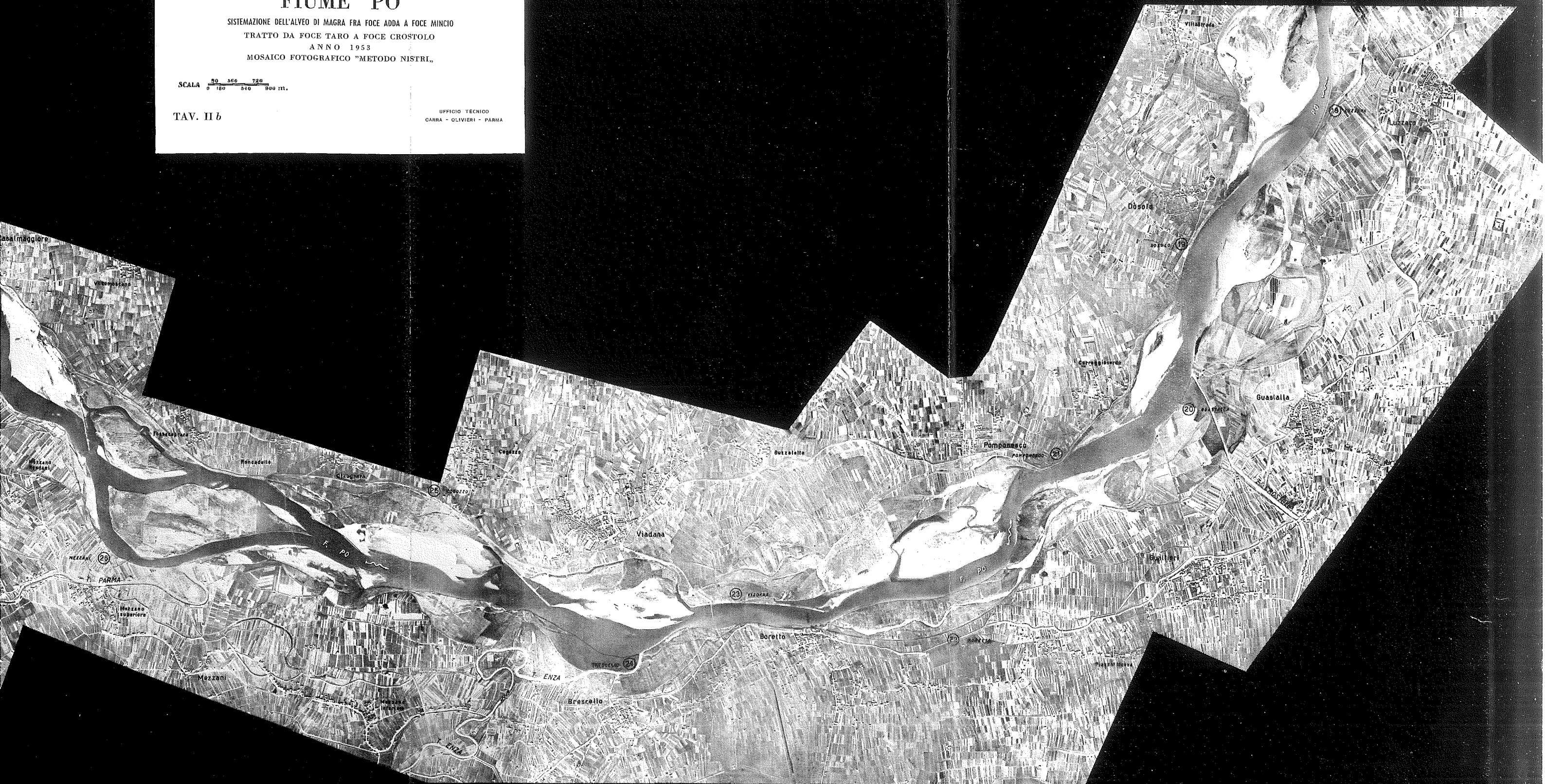
FIUME PO

SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA FRA FOCE ADDA A FOCE MINCIO
TRATTO DA FOCE TARO A FOCE CROSTOLO
ANNO 1953
MOSAICO FOTOGRAFICO "METODO NISTRI."

SCALA $\frac{1}{100000}$
0 100 200 300 m.

TAV. II b

UFFICIO TECNICI
CARRA - OLIVIERI - PARMA



MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
SEZIONE AUTONOMA PER IL PO
PARMA

FIUME PO

SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA FRA FOCE ADDA A FOCE MINCIO
TRATTO DA FOCE ADDA A FOCE TARO
ANNO 1953
MOSAICO FOTOGRAFICO "METODO NISTRI."

SCALA $\frac{1:100,000}{0 \quad 100 \quad 200 \quad 300 \quad 400 \quad 500 \quad 600 \quad 700 \quad 800 \quad 900 \text{ IT.}}$

TAV. II a

UFFICIO TECNICO
GANNA - OLIVIERI - PARMA



MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
SEZIONE AUTONOMA PER IL PO
PARMA

FIUME PO

SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA FRA FOCE ADDA A FOCE MINCIO
TRATTO DA FOCE ADDA A FOCE TARO
ANNO 1953
MOSAICO FOTOGRAFICO "METODO NISTRI."

SCALA $\frac{90 \text{ } 180 \text{ } 270}{0 \text{ } 180 \text{ } 360}$ m.

TAV. II a

UFFICIO TECNICO
CARRA - OLIVIERI - PARMA



MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
SEZIONE AUTONOMA PER IL PO
PARMA

FIUME PO

SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA DA FOCE ADDA A FOCE MINCIO
TRATTO DA FOCE CROSTOLO A FOCE MINCIO
ANNO 1931
PROGETTO E STATO DEI LAVORI

Scala = 0 500 1000 1500 2000 m.



- OPERE ESEGUITE E ESISTENTI AL 1931
- - - OPERE DA ESEGUIRE SECONDO IL PROGETTO
- · - · - FILONE DI NAVIGAZIONE
- TRACCIATO DEL FUTURO CANALE SISTEMATO

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
SEZIONE AUTONOMA PER IL PO
PARMA

FIUME PO

SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA DA FOCE ADDA A FOCE MINCIO
TRATTO DA FOCE CROSTOLO A FOCE MINCIO
ANNO 1931
PROGETTO E STATO DEI LAVORI

Scala =  0 500 1000 1500 2000 m.



MINISTERO DEI LAVORI
SEZIONE AUTONOMA
PARMA

FIUME

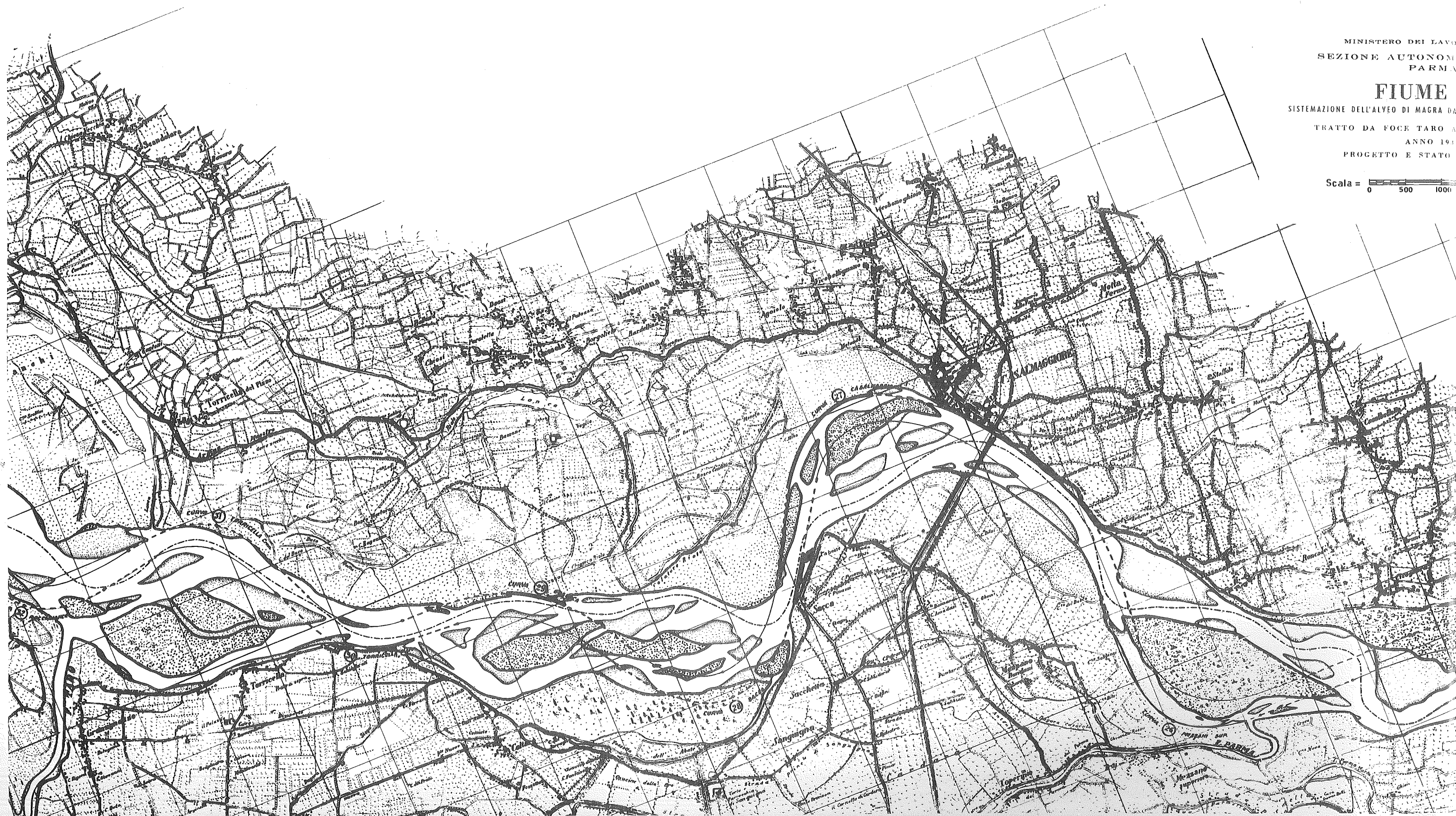
SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA DA





TRATTO DA FOCE TARO A

ANNO 1911

PROGETTO E STATO

Scala =  0 500 1000




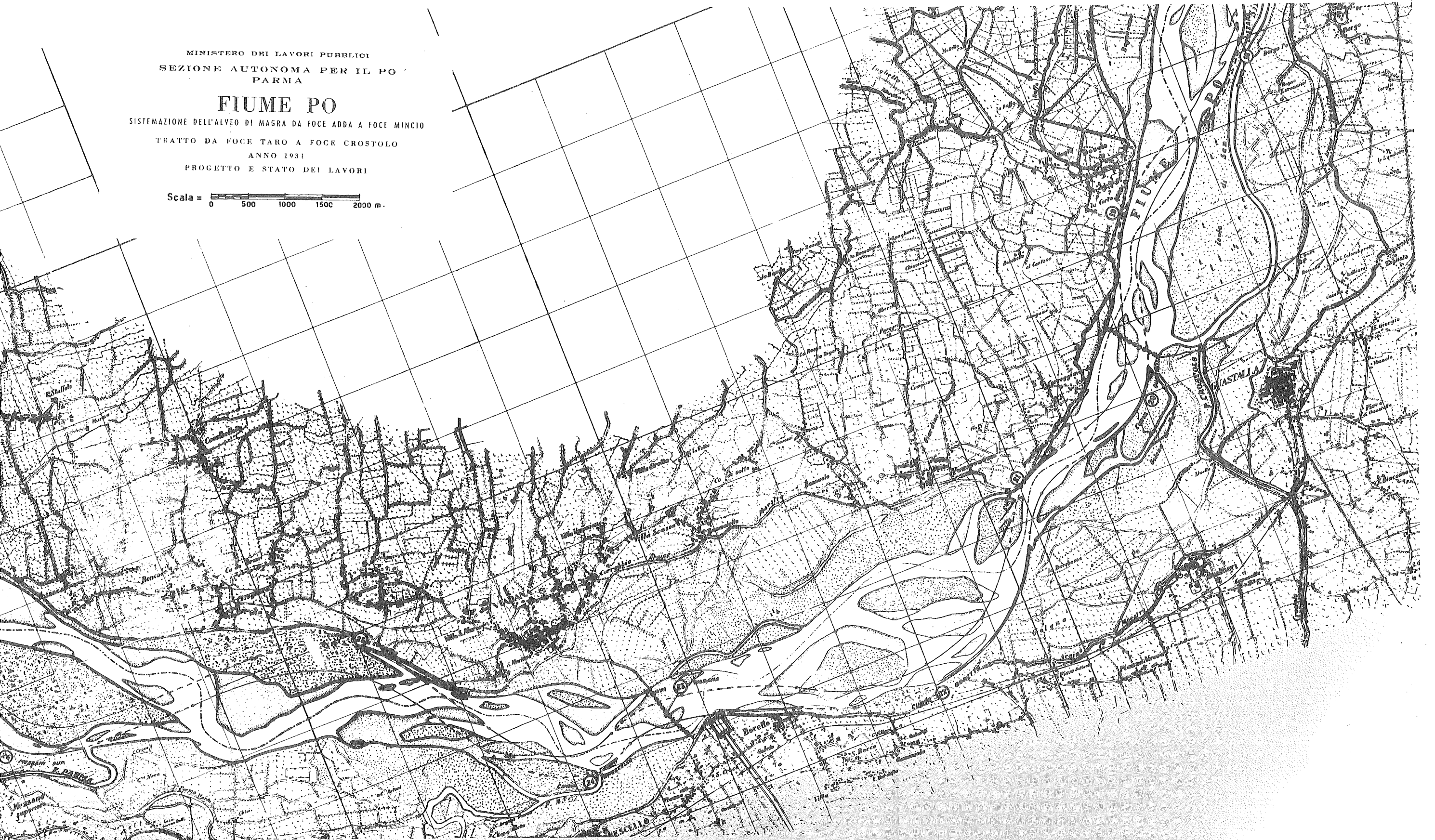
-  OPERE ESEGUITE E ESISTENTI AL 1931
-  OPERE DA ESEGUIRE SECONDO IL PROGETTO
-  FILONE DI NAVIGAZIONE
-  TRACCIATO DEL FUTURO CANALE SISTEMATO

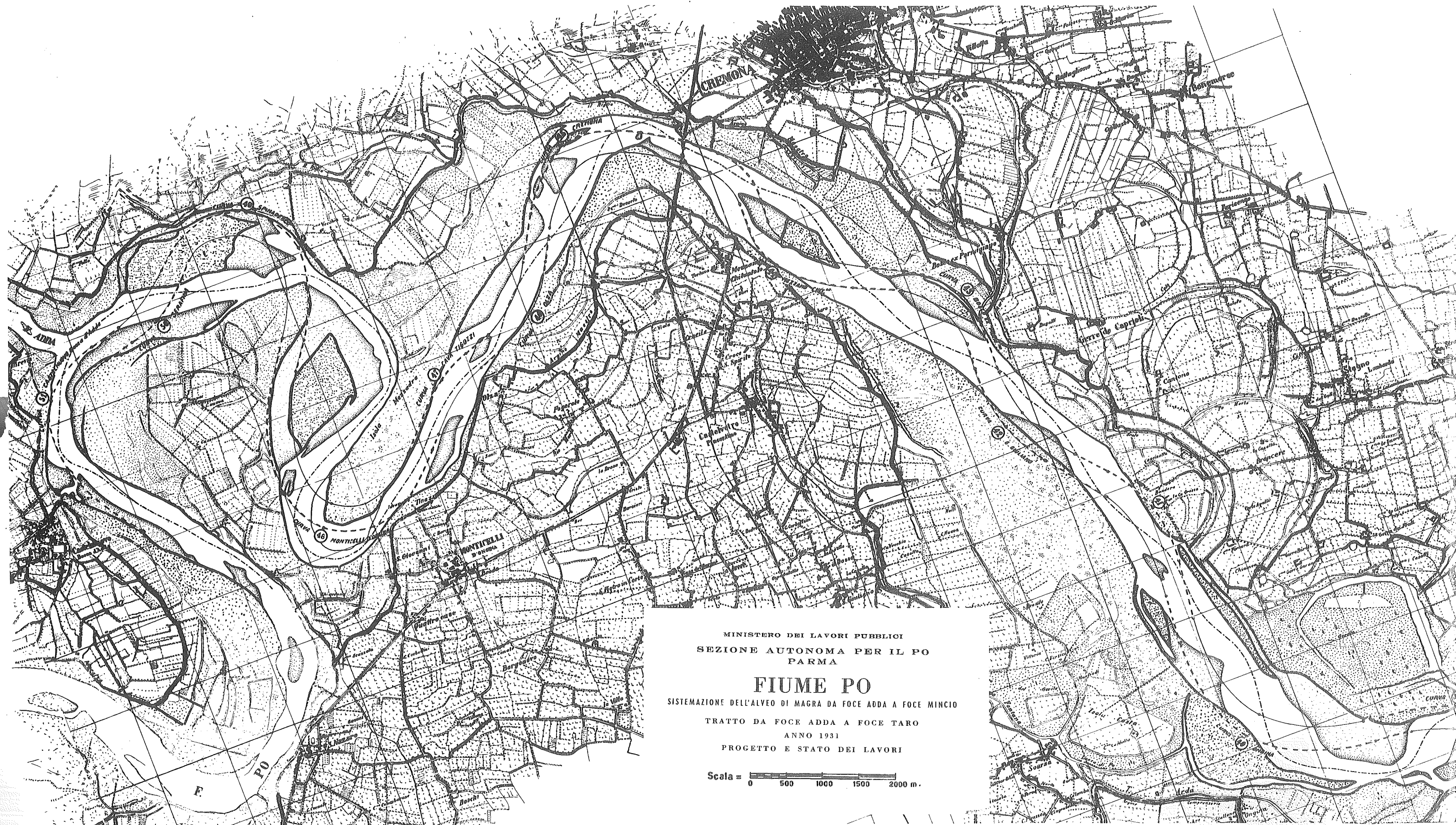
MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
SEZIONE AUTONOMA PER IL PO
PARMA

FIUME PO

SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA DA FOCE ADDA A FOCE MINCIO
TRATTO DA FOCE TARO A FOCE CROSTOLO
ANNO 1931
PROGETTO E STATO DEI LAVORI

Scala =  0 500 1000 1500 2000 m.





MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
 SEZIONE AUTONOMA PER IL PO
 PARMA

FIUME PO

SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA DA FOCE ADDA A FOCE MINCIO

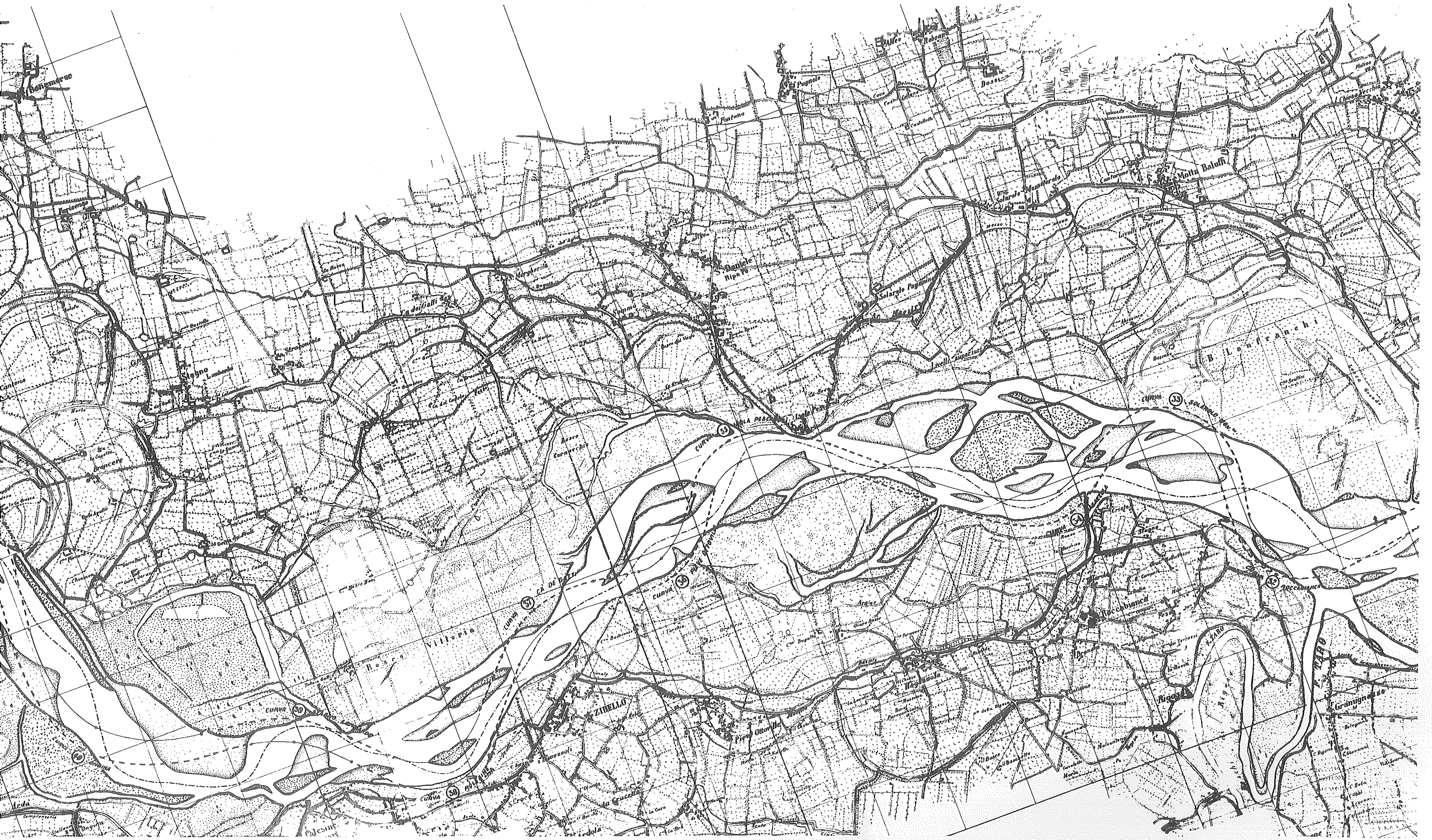
TRATTO DA FOCE ADDA A FOCE TARO

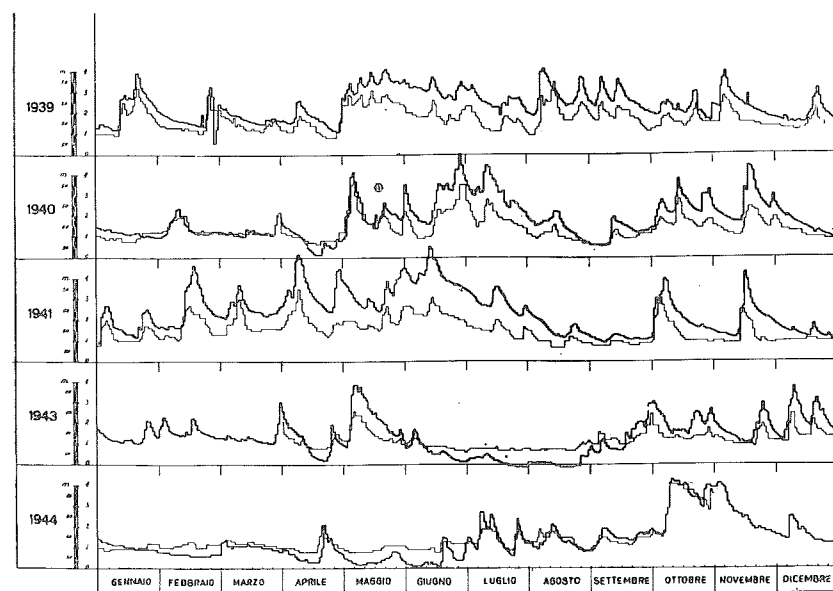
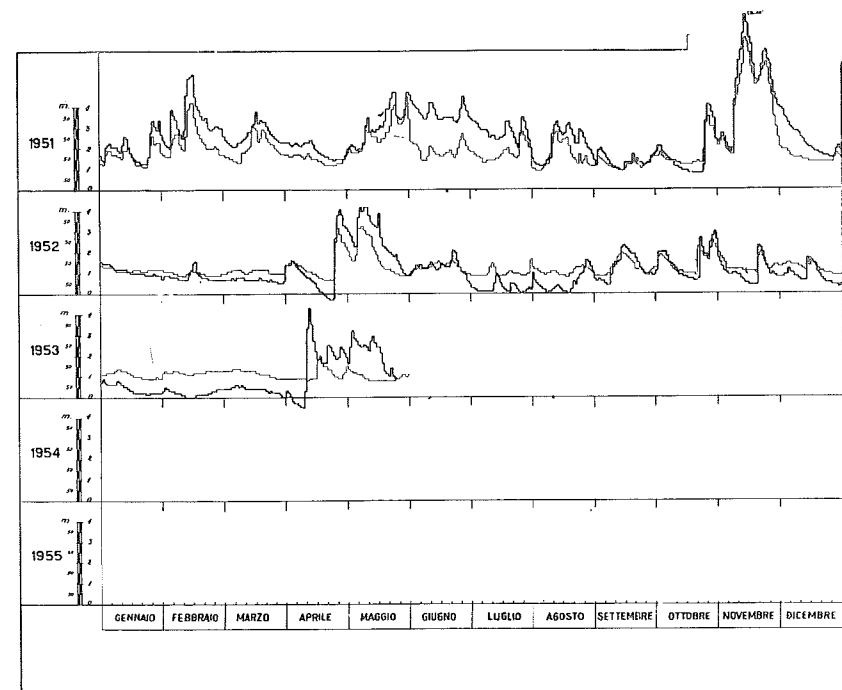
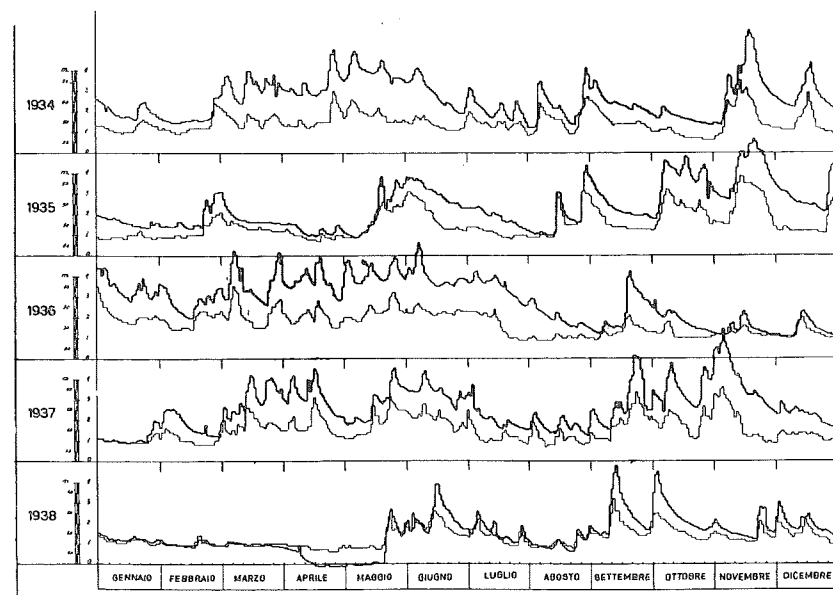
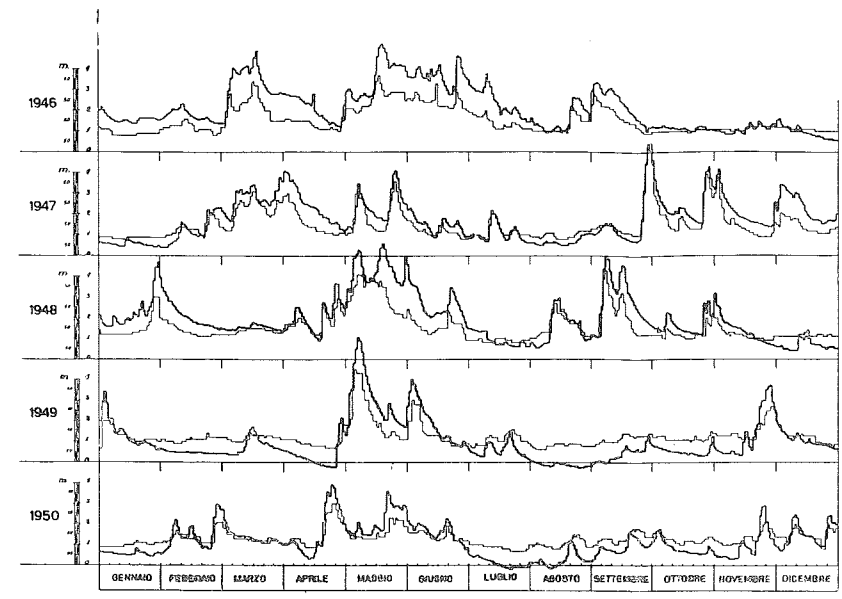
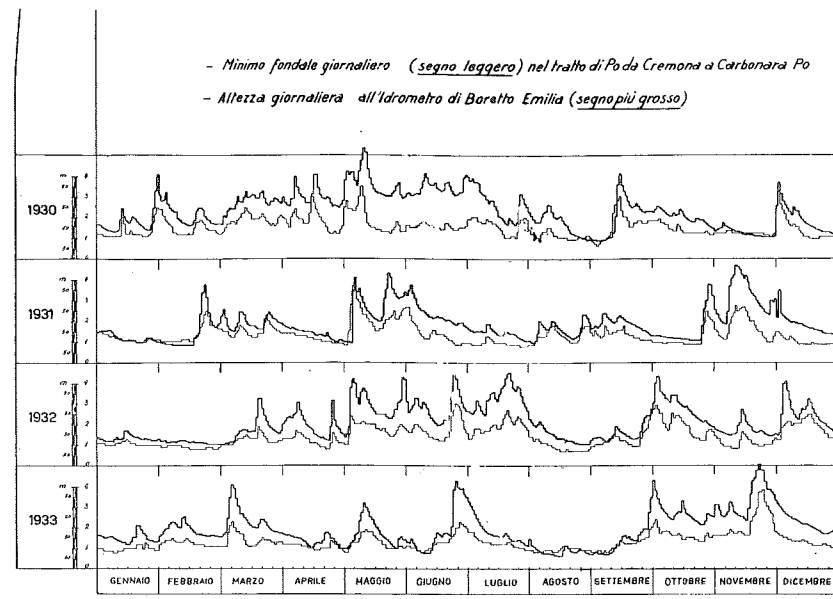
ANNO 1931

PROGETTO E STATO DEI LAVORI

Scala = 0 500 1000 1500 2000 m.

- OPERE ESEGUITE E ESISTENTI AL 1931
- OPERE DA ESEGUIRE SECONDO IL PROGETTO
- FILONE DI NAVIGAZIONE
- TRACCIATO DEL FUTURO CANALE SISTEMATO





TAV. III

GRAFICO DELLE ALTEZZE ALL'IDROMETRO DI BORETTO
 E DEL FONDALE MINIMO RICONTRATO NEL TRONCO DI
 PO DA CREMONA A CARBONARA PO PER GLI ANNI DAL
 1930 AL 1953